

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

**Avaliação de armadilhas e atrativos para o monitoramento e
captura massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera:
Tephritidae) na cultura da videira**

Ruben Machota Junior

Pelotas, 2015

RUBEN MACHOTA JUNIOR

**Avaliação de armadilhas e atrativos para o monitoramento e
captura massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera:
Tephritidae) na cultura da videira**

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação
em Fitossanidade da Universidade Federal de
Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de
Doutor em Fitossanidade (área do conhecimento:
Entomologia).

Orientador: Dr. Marcos Botton
Coorientador: Dr. Alci Enimar Loeck

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M151a Machota Junior, Ruben

Avaliação de armadilhas e atrativos para o monitoramento e captura massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. / Ruben Machota Junior ; Marcos Botton, orientador ; Alci Enimar Loeck, coorientador. — Pelotas, 2015.

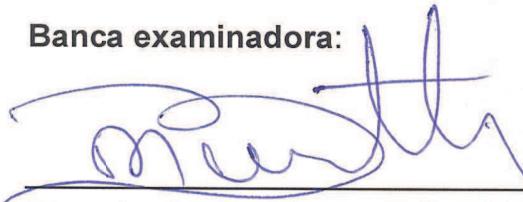
132 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. *Vitis vinifera*. 2. Mosca-das-frutas sul-americana. 3. Cobertura plástica. 4. Proteína hidrolisada. 5. Ceratrap. I. Botton, Marcos, orient. II. Loeck, Alci Enimar, coorient. III. Título.

CDD : 634.8

Banca examinadora:



Pesquisador Dr. Marcos Botton
(Embrapa Uva e Vinho) – Orientador



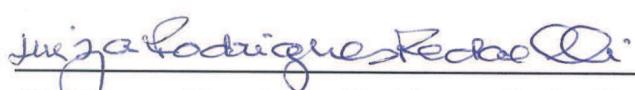
Pesquisador Dr. Adalton Raga
(Instituto Biológico)



Pesquisador Dr. Caio Fábio Stoffel Efrom
(Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO)



Professor Dr. Flávio Roberto Mello Garcia
(Universidade Federal de Pelotas – UFPel)



Professora Dra. Luiza Rodrigues Redaelli
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

Ofereço e Dedico

Aos meus pais,
Ruben Machota e Lorena Chiudini Machota,
pelo amor, apoio e compreensão em todos os momentos.

À minha noiva Lígia Caroline Bortoli,
pelo carinho, apoio e paciência durante o curso de Doutorado.

Agradecimentos

À Deus, por dar-me forças em todos os momentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Embrapa Uva e Vinho, pelo envolvimento e colaboração de funcionários de diversos setores e por permitir o uso das instalações da Empresa durante a execução dos experimentos.

Ao Dr. Marcos Botton, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, exemplo de conduta pessoal e profissional, pela amizade, confiança e orientação durante o Doutorado, além das oportunidades de aperfeiçoamento pessoal e profissional proporcionadas desde o final do curso de graduação em Agronomia.

Ao Dr. Alci Enimar Loeck, professor do Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPel, pela amizade, coorientação, profissionalismo exemplar e pelas valorosas contribuições ao texto final da tese.

Aos docentes do PPGFs da FAEM/UFPel, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colaboradores do PPGFs da FAEM/UFPel, em especial aos representantes da Coordenação e à Secretaria, pela atenção e auxílio prestados.

Aos colegas dos Laboratórios de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, em especial à Ma. Juliete Maria Frighetto e ao doutorando Marcelo Zanelato Nunes, pela amizade, convívio, paciência e auxílio na condução dos experimentos.

À Dra. Aline Nondillo, pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

Ao assistente de pesquisa Sr. Dalton Antonio Zat e ao técnico Sr. Adriel Davi Marconatto, do Setor de Agrometeorologia da Embrapa Uva e Vinho, pelo fornecimento dos dados meteorológicos utilizados no estudo.

Aos colegas dos Laboratórios de Entomologia Embrapa Clima Temperado e de Ecologia de Insetos (LAEI), pelo convívio e companheirismo durante o curso.

À minha noiva, Ma. Lígia Caroline Bortoli, pelo apoio, sinceridade, serenidade, alegria contagiente, auxílio na condução dos experimentos e sugestões na elaboração da tese.

À assistente de pesquisa do Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Sra. Vânia Maria Ambrosi Sganzerla, exemplo de profissionalismo e conduta ética, pela amizade, compreensão, confiança e auxílio na condução dos experimentos.

Aos Srs. José Boff e Família, Salvador De Toni e Família, Antônio Regalin, Darci Pozza, Gustavo Carini, Paulo Mangoni, à Sra. Clari Boff e à Vinícola Valmarino Ltda., pela disponibilização das áreas comerciais utilizadas nos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Máquinas e Veículos da Embrapa Uva e Vinho, pelo apoio logístico.

Aos Srs. Rafael Borges (ISCA Tecnologias Ltda.) e Sérgio Ricardo Bolte Lombardi (Agro Comercial Wiser Ltda.), pelo fornecimento de dois dos cinco atrativos alimentares utilizados nos experimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs), pela concessão da bolsa de pós-graduação e auxílio financeiro ao projeto.

Resumo

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

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas da cultura da videira na Região Sul do Brasil. Para implementar um programa de manejo integrado da espécie é fundamental dispor de ferramentas (atrativos) confiáveis para o monitoramento e estratégias alternativas ao emprego de inseticidas químicos para o controle. Nesse trabalho, foi avaliada a atratividade às moscas-das-frutas e a seletividade à insetos não alvo das proteínas hidrolisadas BioAnastrepha (5%) e CeraTrap® (sem diluição); levedura Torula® (6 pastilhas de 3g/L); glicose de milho Yoki® (10%) e suco de uva tinto (25%) para fins de monitoramento, utilizando armadilhas modelo McPhail. Com o atrativo alimentar mais eficaz foi selecionado um modelo de armadilha, de baixo custo, validando o conjunto (atrativo + armadilha) para emprego na captura massal. Os experimentos de seleção de atrativos e armadilhas foram conduzidos em áreas de produção de uvas finas (*Vitis vinifera* L.) para processamento da cv. ‘Moscato’, localizados em Farroupilha e Pinto Bandeira, RS, nas safras 2011/2012 e 2012/2013. A avaliação da captura massal para o controle de *A. fraterculus* foi conduzida em uva de mesa da cv. ‘Itália’, conduzida sob cultivo protegido em Farroupilha durante três safras (2011/2012, 2012/2013 e 2013/ 2014). O atrativo alimentar mais eficiente para o monitoramento da espécie foi a proteína hidrolisada de origem animal CeraTrap® com 1,04 moscas/armadilha/dia (MAD), superior aos atrativos BioAnastrepha, Torula®, suco de uva e glicose com 0,38, 0,37, 0,08e 0,04MAD, respectivamente. Armadilhas “caça-moscas” de baixo custo confeccionadas a partir de garrafas de polietileno tereftalado (PET) de 2000mL com quatro orifícios laterais de 7mm iscadas com 350mL de CeraTrap® foram equivalentes na captura de moscas-das-frutas em comparação à armadilha McPhail. A proteína hidrolisada Ceratrap® manteve a atratividade no campo por 60 dias sem necessidade de troca e/ou reposição, com pico de capturas entre 30 e 40 dias. Armadilhas PET iscadas com CeraTrap® foram eficientes na captura de *A. fraterculus* com menor perda de atrativo por evaporação sob cultivo protegido. Em áreas manejadas com a captura massal, o número de adultos de moscas-das-frutas capturadas nas armadilhas de monitoramento (McPhail) foi inferior a testemunha sem o emprego da técnica. Durante as três safras na A1 e testemunha e duas safras (2012/2013 e 2013/2014) na A2, foi obtido uma média de 7,3, 12,5 e 13,4% (A1) e 11,0 e 11,8% (A2) de cachos com danos (puncturas e/ou larvas) causados pela

mosca-das-frutas comparado com 12,2, 22,0 e 31,3% no manejo convencional. Conclui-se que a proteína hidrolisada CeraTrap®, sem diluição, é eficiente no monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da videira sendo eficaz por pelo menos 60 dias, sem necessidade de troca e/ou reposição. Armadilhas “caça-moscas” confeccionadas a partir de garrafas PET de 2000mL iscasadas com o atrativo alimentar podem ser empregadas para a supressão populacional de *A. fraterculus* em cultivo protegido de uvas finas de mesa da cv. ‘Itália’.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, mosca-das-frutas sul-americana, cobertura plástica, proteína hidrolisada, CeraTrap®.

Abstract

MACHOTA JUNIOR, RUBEN. **Evaluation of traps and attractants for mass trapping of *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) in vineyards.** 2015. 132p. Thesis (Doctorate Degree) – Plant Protection Graduate Program. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) is the main frugivorous insect pest of grapes in Southern Brazil. To implement an Integrated Pest Management (IPM) program for the *A. fraterculus* is essential to have reliable attractants for monitoring and alternative strategies to the use of chemical insecticides to control. This study aimed evaluate the attractiveness of fruit flies and selectivity to non-target insects using different food lures [hydrolysed proteins CeraTrap® (undiluted) and BioAnastrepha® (5%), Torula® yeast (6 tablets of 3g/L), corn syrup (10%) and red grape juice (25%)] to monitoring. With the most effective food attractant was selected an inexpensive trap and validated the set (attractant + trap) for use in the mass trapping technique. Experiments of attractants and traps selection were conducted in fine grapes production areas (*Vitis vinifera* L.) to farm processing variety (var.) 'Moscato' in Farroupilha and Pinto Bandeira, Rio Grande do Sul State (RS), over two crop seasons (2012/2013 and 2013/2014). Evaluation of mass trapping technique of *A. fraterculus* was carried in fine table grape var. 'Italia' in Caxias do Sul, RS, over three crop seasons (2011/2012, 2012/2013 and 2013/2014). The most efficient food lure to monitoring *A. fraterculus* was the enzymatic hydrolysed protein CeraTrap® showing 1.04 fly/trap/day (FTD), higher than hydrolyzed protein BioAnastrepha®, Torula® yeast, red grape juice and corn syrup with 0.38, 0.37, 0.08 and 0.04 FTD, respectively. Low-cost fruit fly traps using 2000mL polyethylene bottles (PET) with four 7-mm diameter holes baited with 350mL CeraTrap®. *A. fraterculus* represented more than 99% of fruit flies captured over the crop seasons. PET bottle traps with lateral holes baited with CeraTrap® were equivalent in fruit fly captures compare to McPhail trap. CeraTrap® remained attractive for 60 days under field conditions without change and/or replacement, showing capture peak between 30 and 40 days. PET bottle traps baited with CeraTrap® showed efficient *A. fraterculus* captures with less evaporation of food attractant under plastic cover. In mass trapping areas (A1 and A2), the number of fruit flies captured in McPhail monitoring traps was less than observed in the conventional management area (A3). During the three crops seasons (from 2011 to 2014) in A1 and two crop seasons (from 2012 to 2014) in A2, these areas showed average of 7.3, 12.5 and 13.4% (A1), 11.0 and 11.8% (A2) grape bunches damaged by fruit fly (punctures and/or larval development) compared to 12.2, 22.0 and 31.3% in control area A3. In conclusion, the enzymatic hydrolysed protein CeraTrap®

undiluted is effective to monitoring *A. fraterculus* in grapes and effective to South American fruit fly attraction for 60 days without change and/or replacement. Fruit fly traps made from 2000mL PET bottle traps baited with this food attractant may be used in *A. fraterculus* suppression using mass trapping in fine table grapes var. 'Italia' under plastic cover.

Keywords: *Vitis vinifera*, South American fruit fly, plastic cover, hydrolysed protein, CeraTrap®.

Lista de figuras

Figura 1	Vista aérea de vinhedo de uva fina da cv. ‘Moscato’ (<i>Vitis vinifera L.</i>) (A1) delimitado pela linha amarela localizado na Linha Silva Pinto Sul, município de Pinto Bandeira, RS. Escala = 100m.	40
Figura 2	Vista aérea de vinhedo de uva fina da cv. ‘Moscato’ (<i>Vitis vinifera L.</i>) (A2) delimitado pela linha amarela localizado na Linha Clementina, município de Pinto Bandeira, RS. Escala = 100m. ...	40
Figura 3	Distribuição das armadilhas McPhail no perímetro do vinhedo A1 de uva fina da cv. ‘Moscato’ (<i>Vitis vinifera L.</i>). Pinto Bandeira, RS.	42
Figura 4	Número médio de <i>Anastrepha fraterculus</i> (machos e fêmeas) capturados por dia (MAD) em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A1) de uva fina da cv. ‘Moscato’ (<i>Vitis vinifera L.</i>) no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.	49
Figura 5	Número médio de <i>Anastrepha fraterculus</i> (machos e fêmeas) capturados por dia (MAD) em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A2) de uva fina da cv. ‘Moscato’ (<i>Vitis vinifera L.</i>) no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.	50
Figura 6	Flutuação populacional de adultos (machos e fêmeas) de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados em armadilha McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A1) de uva fina de mesa da cv. ‘Moscato’ no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.	60
Figura 7	Flutuação populacional de adultos (machos e fêmeas) de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados em armadilha McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A2) de uva fina de mesa da cv. ‘Moscato’ no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.	61

Figura 8	Modelos de armadilhas avaliados para a captura de <i>Anastrepha fraterculus</i> : a) Maxitrap UV XL (MT); b) Bioibérica trap (BT); c) CeraTrap System® trap (CS); d) garrafa PET transparente (PT); e) garrafa PET verde (PV); f) garrafa PET com metade inferior amarela (MA) e g) armadilha plástica modelo McPhail (MP).	68
Figura 9	Gaiola plástica contendo no interior: a) garrafa PET transparente de 2000mL iscada com hidrolisada CeraTrap®; b) machos e fêmeas de <i>Anastrepha fraterculus</i> liberados no interior da gaiola plástica indicados pelas flechas amarelas.	69
Figura 10	Vinhedos de uva fina cv. 'Moscato' (<i>Vitis vinifera L.</i>) delimitados pela linha amarela onde foram realizadas as avaliações das armadilhas na captura de adultos de moscas-das-frutas. Linha Jansen, Farroupilha, RS. Safra 2012/ 2013. Escala = 100m.	70
Figura 11	Distribuição das armadilhas iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® na borda de um vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (<i>Vitis vinifera L.</i>). Linha Jansen, Farroupilha, RS. Safra 2012/2013.	71
Figura 12	Área do experimento delimitada pela linha amarela e localizada em vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (<i>Vitis vinifera L.</i>) no município de Pinto Bandeira, RS. Safra 2013/2014. Escala = 100m.	72
Figura 13	Parreiral de uva fina de mesa da cv. 'Itália' delimitado pela linha amarela com e sem cultivo protegido localizado no Distrito de Faria Lemos, município de Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014. Escala = 100m.	73
Figura 14	Cultivo protegido de videira utilizando lonas plásticas trançadas de polipropileno de baixa densidade, transparentes e impermeabilizadas formando um "V" invertido sobre o dossel. Bento Gonçalves, RS, Safra 2013/2014.	74
Figura 15	Área de cultivo de citros [<i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i>] delimitada pela linha amarela e localizada no município de Pinto Bandeira, RS. Safra 2011/2012. Escala = 100m.	75
Figura 16	Número médio de adultos (machos e fêmeas) de mosca-das-frutas sul-americana <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados /armadilha/dia (MAD) por sete modelos de armadilha após seis semanas de instalação do experimento. Farroupilha, RS. Safra 2012/2013.	79
Figura 17	Volume final (mL) de proteína hidrolisada CeraTrap® no interior de sete modelos de armadilha ao término das seis semanas de condução do experimento. Safra 2012/2013. Farroupilha, RS.	81

Figura 18	Equações de regressão linear para o volume (mL) de proteína hidrolisada CeraTrap® evaporado por semana em diferentes modelos de armadilha durante o período de condução do experimento. Farroupilha, RS, 2013.	83
Figura 19	Número médio de adultos (machos e fêmeas) de mosca-das-frutas sul-americana <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados/armadilha/dia (MAD) em sete modelos de armadilhas PET posicionadas no interior de um vinhedo da cv. 'Moscato'. Pinto Bandeira, RS. Safra 2013/2014.	84
Figura 20	Volume médio (mL) do atrativo ao longo do tempo nas armadilhas posicionadas no interior de um parreiral manejado com o uso de cobertura plástica. Distrito de Faria Lemos, Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014.	86
Figura 21	Volume médio (mL) do atrativo ao longo do tempo nas armadilhas posicionadas no interior de um parreiral manejado sem o uso de cobertura plástica. Distrito de Faria Lemos, Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014.	87
Figura 22	Número médio de adultos (machos e fêmeas) de mosca-das-frutas <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados por tratamento nas sete armadilhas PET de 2000mL contendo quatro orifícios de 7mm, iscadas com 350mL de solução atrativa envelhecida e posicionadas no interior de um pomar de citros. Pinto Bandeira, RS. 2012.	89
Figura 23	Parreirais de uva fina de mesa da cv. 'Itália' conduzidos sob cobertura plástica utilizados nos experimentos nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014: A1 e A2 (áreas com utilização da técnica da captura massal), A3 (área testemunha com aplicação de inseticidas). Caxias do Sul, RS. Escala = 300m.	95
Figura 24	Distribuição das armadilhas de captura e monitoramento nas áreas manejadas com uso da técnica da captura massal (A1 e A2) e testemunha (A3) ao longo das safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Caxias do Sul, RS.	97
Figura 25	Distribuição das armadilhas de captura massal iscadas com proteína hidrolisada CeraTrap® ao longo do perímetro da área de uva fina de mesa da cv. 'Itália' (A2) utilizada no estudo. Caxias do Sul, RS.	98
Figura 26	Número médio (\pm desvio padrão) de mosca-das-frutas <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados/armadilha/dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com Bioanastrepha (5%) localizadas em parreirais de uva fina de mesa da cv. 'Itália' sob cultivo protegido durante as safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Caxias do Sul, RS.	100

Figura 27	Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. ‘Itália’ danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2011/2012.	105
Figura 28	Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. ‘Itália’ danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2012/2013.	106
Figura 29	Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. ‘Itália’ danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2013/2014.	107

Lista de tabelas

Tabela 1	Número médio (\pm desvio padrão) de adultos pertencentes à <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedos (A1 e A2) de uva fina (<i>Vitis vinifera L.</i>) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.	44
Tabela 2	Número médio (\pm desvio padrão) de artrópodes capturados por dia, em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A1) de uva fina (<i>Vitis vinifera L.</i>) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.	52
Tabela 3	Número médio (\pm desvio padrão) de artrópodes capturados por dia, em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A2) de uva fina (<i>Vitis vinifera L.</i>) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.	53
Tabela 4	Número médio (\pm desvio padrão) de insetos polinizadores e inimigos naturais capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com cinco atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A1) de uva fina (<i>Vitis vinifera L.</i>) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.	57
Tabela 5	Número médio (\pm desvio padrão) de insetos polinizadores e inimigos naturais capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com cinco atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A2) de uva fina (<i>Vitis vinifera L.</i>) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.	58
Tabela 6	Correlação entre fatores climáticos e capturas de <i>Anastrepha fraterculus</i> em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, durante o período de dezembro a março nas safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.	62
Tabela 7	Média de moscas (n=10) que foram atraídas, capturadas e escaparam, durante quatro períodos de observação de 30 minutos, após liberação no interior de gaiolas em laboratório ($21 \pm 2^\circ\text{C}$; UR $70 \pm 20\%$).	77

Tabela 8	Caracterização das áreas utilizadas nos experimentos de avaliação da técnica da captura massal de <i>Anastrepha fraterculus</i> , em cultivo protegido de videira. Caxias do Sul, RS.	97
Tabela 9	Média de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas de captura massal, iscadas com proteína hidrolisada Ceratrap®, em cultivo de uva fina de mesa sob cobertura plástica. Caxias do Sul, RS.	103

Sumário

1	Introdução geral	19
2	Revisão de literatura	24
2.1	Cultivo da videira	24
2.2	Moscas-das-frutas em videira	25
2.3	Monitoramento da mosca-das-frutas sul-americana <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied., 1830)	26
2.3.1	Armadilhas	26
2.3.2	Atrativos alimentares	28
2.4	Nível de controle	30
2.5	Captura massal	32
2.5.1	Armadilhamento de borda	34
2.5.2	Proteína hidrolisada de longa duração	34
2.5.3	Uso de estratégias integradas para o manejo de mosca-das-frutas	36
3	Capítulo I – Avaliação de atrativos alimentares e flutuação populacional da mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira	37
3.1	Introdução	37
3.2	Material e métodos	39
3.2.1	Avaliação de atrativos alimentares para o monitoramento de adultos de mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira e seletividade à artrópodes não alvo	39
3.2.2	Análise estatística	43
3.3	Resultados e discussão	43
3.3.1	Avaliação de atrativos alimentares	43
3.3.1.1	Captura de adultos de mosca-das-frutas sul-americana em diferentes atrativos	44
3.3.1.2	Captura de machos e fêmeas de <i>A. fraterculus</i> pelos diferentes atrativos	44
3.3.1.3	Artrópodes não alvo capturados nas armadilhas	51
3.3.1.4	Insetos polinizadores, não alvo e inimigos naturais	54
3.3.2	Flutuação populacional de <i>A. fraterculus</i> na cultura da videira	59
3.4	Conclusões	63

4	Capítulo II – Bases técnicas para a captura massal de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) com ênfase na cultura da videira	64
4.1	Introdução	64
4.2	Material e métodos	66
4.2.1	Avaliação de modelos de armadilhas	66
4.2.1.1	Eficiência de retenção de mosca-das-frutas em laboratório	66
4.2.1.2	Avaliação de armadilhas para a captura de <i>Anastrepha fraterculus</i> em vinhedos comerciais	69
4.2.1.3	Definição do tamanho e do número de orifícios da armadilha	71
4.2.1.4	Evaporação do atrativo na presença e ausência de cobertura plástica	72
4.2.2	Atratividade da proteína hidrolisada CeraTrap® após envelhecimento em condições de campo	74
4.2.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	76
4.3	Resultados e discussão	76
4.3.1	Avaliação de modelos de armadilhas	76
4.3.1.1	Eficiência de retenção de mosca-das-frutas em laboratório	76
4.3.1.2	Avaliação de armadilhas para a captura de <i>Anastrepha fraterculus</i> em vinhedos comerciais	78
4.3.1.3	Definição do tamanho e do número de orifícios da armadilha	84
4.3.1.4	Evaporação do atrativo na presença e ausência de cobertura plástica	85
4.3.2	Atratividade da proteína hidrolisada CeraTrap® após envelhecimento em condições de campo	88
4.4	Conclusões	90
5	Capítulo III – Supressão populacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied., 1830) através da captura massal em cultivo protegido de uva de mesa	92
5.1	Introdução	92
5.2	Material e métodos	94
5.2.1	Descrição dos locais de estudo	94
5.2.2	Armadilhas de captura massal e monitoramento	96
5.2.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	99
5.3	Resultados e discussão	99
5.3.1	Monitoramento de adultos	99
5.3.2	Armadilhas de captura massal	102
5.3.3	Avaliação de injúrias	104
5.4	Conclusão	109
6	Conclusões gerais	110
7	Referências	112

1 Introdução geral

O estado do Rio Grande do Sul é o principal polo produtor de uvas (*Vitis* spp. L., Vitaceae) para processamento do Brasil, com aproximadamente 90% da produção destinada à elaboração de vinhos e sucos. As principais regiões produtoras do estado encontram-se na Serra Gaúcha, de cultivo tradicional e caracterizada por pequenas propriedades, e na Campanha, com recente expansão na produção de cultivares destinadas à elaboração de vinhos finos e espumantes (MELLO, 2013; IBGE, 2014).

Um dos principais fatores que prejudicam a produção de uvas finas (*Vitis vinifera* L.) de película branca tanto para mesa como processamento é a incidência de moscas-das-frutas, com destaque para a espécie *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) (BOTTON; HICKEL; SORIA, 2003; NONDILLO et al., 2007; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009, 2010; FORMOLO et al., 2011; BOTTON; ARIOLI; MACHOTA JR., 2015).

O dano direto causado pela espécie é atribuído às fêmeas que perfuram o fruto para realizar a oviposição, resultando na queda de bagas, ou devido à destruição dos frutos pela alimentação das larvas (SORIA, 1985; BOTTON; HICKEL; SORIA, 2003; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009). Além disso, a injúria causada pelo inseto pode facilitar a penetração de patógenos, reduzindo a qualidade do produto final (ENGELBRECHT; HOLZ; PRINGLE, 2004; SELA et al., 2005; MACHOTA JR. et al., 2013a).

O controle eficiente e racional de moscas-das-frutas tem como pré-requisito o monitoramento populacional das espécies, nos diferentes cultivos (KOVALESKI, 1997; NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; NORA; SUGIURA, 2001; RAGA; VIEIRA, 2015). Diversos trabalhos avaliaram a eficiência de substâncias atrativas para o monitoramento de *A. fraterculus* na Região Sul do Brasil (LORENZATO, 1984; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 1999; CHIARADIA; MILANEZ, 2000;

KOVALESKI, 2004; SCOZ et al., 2006, TEIXEIRA et al., 2010; NUNES et al., 2013). A escolha do atrativo depende, principalmente, do custo e da facilidade de obtenção. Neste sentido, o suco de uva a 25%, considerado padrão para o monitoramento da praga na cultura da macieira (KOVALESKI; RIBEIRO, 2003), recentemente tem sido substituído por hidrolisados de levedura torula [*Candida utilis* (Henneberg) Lodder & Kreger-van Rij] + bórax e proteínas hidrolisadas, devido à irregularidade de capturas observada nos cultivos (ZUANAZZI, 2012; FIORAVANÇO; DOS SANTOS, 2013), além de não ser eficaz na cultura da videira (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009).

Segundo Barros et al. (1991) e Scoz et al. (2006), diversos fatores estão envolvidos na captura das moscas-das-frutas, destacando-se a eficiência do atrativo e o tipo de armadilha empregada. Como a decisão para aplicar ou não uma medida de controle depende do nível de captura nas armadilhas, a falta de padronização dos atrativos e armadilhas tem gerado grandes dificuldades na implementação do monitoramento da praga de forma confiável. Associado ao fator atrativo, recomendações de diversos sucos de frutas e tipos de armadilha, contribuem para a baixa adoção desta prática entre os produtores, principalmente em sistemas de produção de base familiar.

A disponibilização de novos atrativos, como as proteínas hidrolisadas [BioAnastrepha® (BioControle – Métodos de Controle de Pragas Ltda.) e IscaMosca® (Isca Tecnologias Ltda.)], além da levedura Torula®, melhoraram de forma significativa o monitoramento da praga, com resultados mais consistentes que os obtidos com o suco de uva (SCOZ et al., 2006; MONTEIRO et al., 2007; ZUANAZZI, 2012; NUNES et al., 2013; BORTOLI, 2014). No entanto, dependendo da região, cultura e metodologia de avaliação dos atrativos, os resultados não se repetem, gerando dúvidas para os produtores ao implementarem o monitoramento. Por essa razão, a avaliação de atrativos alimentares efetivos e confiáveis deve ser realizada de forma permanente.

De maneira geral, o controle de *A. fraterculus* na cultura da videira era realizado com a pulverização em área total (cobertura) de inseticidas organofosforados, principalmente a fentiona (FORMOLO et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013c), visando controlar adultos e larvas no interior dos frutos. No entanto, a fentiona apresenta alta toxicidade (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; RAGA; SATO, 2005) e a possibilidade de deixar resíduos tóxicos nos frutos, efeitos estes agravados em condições de cultivo sob cobertura plástica, sistema de produção que tem aumentado

nas pequenas propriedades nos últimos anos, principalmente na Região da Serra Gaúcha (CHAVARRIA et al., 2007; WEBER et al., 2009). Além disso, na maioria das vezes, as aplicações são realizadas com base em calendários pré-estabelecidos e sem monitoramento (NAVA; BOTTON, 2010; FORMOLO et al., 2011).

Com a retirada da fentiona do mercado em 2011 e na busca de alternativas de controle, os viticultores passaram a empregar, em maior volume, inseticidas anteriormente avaliados pela pesquisa e que apresentaram relativa eficácia sobre os adultos da praga como piretroides (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; RAGA, 2005), neonicotinoides (NONDILLO et al., 2007; RAGA; SATO, 2011) e extratos de plantas (EFROM et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013c; SILVA et al., 2013). No entanto, o emprego desses inseticidas não tem evitado o dano causado pela mosca-das-frutas na cultura.

Como alternativa às pulverizações em cobertura, o emprego de iscas tóxicas (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; NAVA; BOTTON, 2010) passou a ser recomendado como principal estratégia de controle no manejo da espécie na cultura (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; BOTTON; ARIOLI; MACHOTA JR., 2015). No entanto, a prática ainda é pouco empregada pelos viticultores, pois, demanda um aumento da mão-de-obra, em função da necessidade de reaplicação após cada chuva e a adaptação dos equipamentos de aplicação (REVIS; MILLER; VARGAS, 2004; RAGA; SATO, 2005; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; FORMOLO et al., 2011).

Dentre os métodos de controle preconizados pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) para as mosca-das-frutas, destacam-se a coleta e destruição dos frutos infestados (RAGA, 2005; PARANHOS et al., 2008), o raleio de cachos e bagas, o ensacamento de frutos (LIPP; SECCHI, 2002; TEIXEIRA et al., 2011; HERNANDES; BLAIN; PEDRO JUNIOR, 2013), o controle biológico com a preservação dos inimigos naturais (GARCIA; RICALDE, 2013) e o controle biológico aplicado empregando entomopatógenos (CARNEIRO; SALLES, 1994; RODRIGUES-DESTÉFANO et al., 2005; ALMEIDA et al., 2007; TOLEDO et al., 2007) e parasitoides (SIVINSKI, 1996; MONTOYA et al., 2000; CARVALHO; NASCIMENTO, 2002; NAVA, 2007; JAHNKE; REYES; REDAEILLI, 2014), além da técnica do inseto estéril (HENDRICHES et al., 2002; MALAVASI; NASCIMENTO, 2003; DYCK; HENDRICHES; ROBINSON, 2005; KOVALESKI; BOTTON; NAVA, 2014). No entanto, é importante salientar que, para algumas dessas tecnologias, ainda são necessários aprimoramentos e estarem

comercialmente disponíveis comercialmente até a inserção das mesmas como prática rotineira para o manejo deste grupo de insetos na cultura da videira.

Neste contexto, uma estratégia alternativa para o manejo de moscas-das-frutas é a captura massal (do inglês, *mass trapping*), que consiste no uso de uma alta densidade de armadilhas iscadas com atrativos líquidos ou secos, que atraem os insetos para as armadilhas, nas quais os indivíduos são capturados e mortos por afogamento ou ingestão/contato com substâncias tóxicas (EL-SAYED et al., 2006; SHELLY et al., 2014). Esta técnica foi já foi mencionada como estratégia para o manejo da praga no Brasil, em meados da década de 1980, utilizando sucos de frutas como atrativo (LORENZATO, 1984). No entanto, a baixa eficácia dos atrativos (sucos de frutas, por exemplo), a necessidade de reposição semanal nas armadilhas (SALLES, 1995; SCOZ et al., 2006; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) e a facilidade de controle com inseticidas organofosforados (SALLES; KOVALESKI, 1990a; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; NAVA; BOTTON, 2010) praticamente inviabilizaram a adoção da técnica de forma rotineira pelos produtores.

A introdução no mercado brasileiro de uma nova formulação de proteína hidrolisada de origem animal (CeraTrap®, Bioibérica S.A.), altamente atrativa para diferentes espécies de moscas-das-frutas (SELAMI et al., 2011; BOTTON et al., 2014) e estável em condições de campo, permitiu retomar os trabalhos com a técnica. Inicialmente, a tecnologia foi desenvolvida para o manejo de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) em diversos países (SANTOS-RAMOS et al., 2011; SELAMI et al., 2011; LASA; ORTEGA; RULL, 2013; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014; HAFSI et al., 2015). Recentemente, pesquisas tem-se expandido para outras espécies de moscas-das-frutas e culturas, como *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) (SIERRAS et al., 2012), *Anastrepha striata* Schiner, 1868 e *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (LASA et al., 2014a,b; RUIZ; JIMÉNEZ, 2015).

Lasa et al. (2014a) ressaltam que o sucesso na implementação e condução da captura massal como ferramenta para a supressão populacional de mosca-das-frutas depende da eficácia do atrativo e do tipo de armadilha empregado. Nesse sentido, Navarro-Llopis e Vacas (2014) sugerem a necessidade de disponibilização de armadilhas de baixo custo de aquisição e manutenção, com destaque para as confeccionadas a partir de frascos de soro e/ou garrafas plásticas de polietileno

tereftalado (PET) (VELOSO et al., 1994; SALLES, 1995; SCOZ et al., 2006; LASA et al., 2014b).

Nesse trabalho, inicialmente foi avaliada a eficiência de atrativos alimentares para o monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da videira. Após a seleção do atrativo mais eficaz foi definido um modelo de armadilha de baixo custo e estabelecido parâmetros para emprego da captura massal. A eficiência do conjunto atrativo + armadilha foi avaliado para a supressão populacional de *A. fraterculus* em uva fina de mesa da cv. ‘Itália’ cultivada sob cobertura plástica.

2 Revisão de literatura

2.1 Cultivo da videira

A disponibilidade de área e condições edafoclimáticas favoráveis, permite o cultivo de diversas frutíferas de Clima Temperado e Tropical no Brasil (AGRIANUAL, 2014). Neste cenário, a Região Sul é um dos principais produtores de frutas de clima temperado do País, com destaque para o cultivo da videira (*Vitis* spp., Vitaceae), que ocupa uma área de aproximadamente 60,3 mil ha nos três estados (IBGE, 2014).

As principais espécies de videiras cultivadas economicamente na Região Sul do Brasil são as americanas (*Vitis labrusca* L.), com destaque para as cultivares ‘Bordô’, ‘Isabel’ e ‘Niágara Rosada’ e as europeias ou finas (*Vitis vinifera* L.), como ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’, ‘Moscato’ e ‘Itália’, com produção destinada tanto para processamento, como para o consumo *in natura*. Na safra 2014/2015, o Rio Grande do Sul produziu 702,9 mil toneladas (t) de uva, sendo que a Serra Gaúcha respondeu por 95,6% (672 mil t) deste total (IBRAVIN, 2014).

Nos últimos anos, a Serra Gaúcha está passando por mudanças na matriz produtiva relacionada ao tipo de uvas cultivadas e destino da produção. As uvas americanas, tradicionalmente destinadas à elaboração de vinho de mesa, passaram a ser processadas para sucos integrais. As cultivares de uvas finas brancas do grupo ‘Moscato’, ampliaram sua participação no mercado devido ao aumento no consumo de vinhos espumantes do tipo moscatel. Além disso, o cultivo de uvas finas de mesa, com destaque para a cultivar ‘Itália’, apresentou um aumento na área cultivada devido à implantação do sistema de produção em cultivo protegido (CHAVARRIA et al., 2007; MOTA et al., 2008; CHAVARRIA; SANTOS, 2009; SANTOS; CHAVARRIA, 2012, 2013).

Nesses três destinos da produção, uma das principais demandas é a obtenção de um produto final sem resíduos de agrotóxicos nos frutos. Por essa razão, estratégias para redução da aplicação de agrotóxicos são uma das principais demandas dos produtores.

2.2 Mosca-das-frutas em videira

As moscas-das-frutas são as principais pragas da fruticultura, sendo um dos maiores problemas ao comércio de frutas frescas no mundo, devido ao potencial de perdas na produção (ALUJA, 1994), inclusive no Brasil (MALAVASI, 2000; CARVALHO, 2005; NAVA; BOTTON, 2010). As espécies de moscas-das-frutas estão distribuídas em cinco gêneros de importância econômica, todos pertencentes à família Tephritidae (Diptera): *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Rhagoletis* Loew, *Ceratitis* Macleay e *Toxotrypana* Gerstaecker (ZUCCHI, 2000).

O gênero *Anastrepha* tem grande importância devido ao elevado número de espécies (115) e ampla distribuição causando danos econômicos em diversas plantas hospedeiras (266) (ZUCCHI, 2015). A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) destaca-se por ser polífaga e amplamente dispersa pelo Continente Americano (KOVALESKI et al., 2000), sendo praga-primária na Argentina, Uruguai e estados do Sul e Sudeste do Brasil (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000; CLADERA et al., 2014).

Na Região Sul do Brasil, *A. fraterculus* representa mais de 90% das moscas-das-frutas capturadas em armadilhas de monitoramento nos pomares (ORTH; RIBEIRO; REIS FILHO, 1986; GARCIA; CORSEUIL, 1998a; NORA; HICKEL; PRANDO, 2000; GARCIA, CAMPOS, CORSEUIL, 2003a; GATELLI et al., 2008; PEREIRA-RÊGO et al., 2013; BORTOLI, 2014). A elevada incidência da espécie nas principais frutíferas de Clima Temperado, cultivadas na região, é um dos principais fatores limitantes à produção (SALLES; KOVALESKI, 1990b; GARCIA; CORSEUIL, 1998b; NAVA; BOTTON, 2010).

Na videira, os prejuízos são visíveis principalmente em cultivares de polpa branca devido à oviposição (SORIA, 1985; BOTTON; HICKEL; SORIA, 2003), provocando a queda de bagas quando o ataque ocorre no estádio de “grão ervilha” e início da formação de cachos (ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011), além do desenvolvimento de larvas no período de maturação. Nesse caso, as larvas destroem

a polpa dos frutos ao se alimentarem (AGUIAR-MENEZES; FERRARA; MENEZES, 2004; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009), resultando em alterações fisiológicas que aceleram os processos de maturação (BOTTON et al., 2005; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011). Além disso, o inseto contribui na dispersão de esporos de fungos fitopatogênicos aderidos ao corpo (MACHOTA JR et al., 2013a) e a injúria causada pelo inseto pode auxiliar na penetração desses agentes, reduzindo a qualidade do produto final (ENGELBRECHT; HOLZ; PRINGLE, 2004; SELA et al., 2005).

Em grande parte das frutíferas infestadas pelas mosca-das-frutas, os danos ocorrem devido a incursão de adultos originários de hospedeiros localizados nas áreas próximas aos pomares (MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994; KOVALESKI; SUGAYAMA; MALAVASI, 1999; SALLES, 1999a). A maior incidência de mosca-das-frutas na Região Sul do Brasil ocorre entre os meses de novembro a março (SALLES; KOVALESKI, 1990b; SALLES, 1996; CHAVARRIA et al., 2009; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011) sobrepondo a colheita da uva, que se concentra nos meses de fevereiro e março (MANDELLI, 2007). Esta característica, juntamente com o fato de *A. fraterculus* não apresentar diapausa (SALLES, 1993; MACHADO; SALLES; LOECK, 1995; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003b), permite a ocorrência de infestações durante todo ano (NORA, 2001; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003a,b), dificultando o manejo da praga.

2.3 Monitoramento da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830)

2.3.1 Armadilhas

Diversos fatores estão envolvidos na captura das moscas-das-frutas destacando-se o tipo de armadilha “caça-mosca”, a eficiência do atrativo, a correta instalação e verificação periódica destas (BARROS et al., 1991; SCOZ et al., 2006; RAGA; VIEIRA, 2015). Modelos alternativos de armadilhas “caça-moscas”, como frascos de soro e garrafas plásticas podem ser utilizados em pequenas propriedades ou em pomares domésticos com o objetivo de reduzir os custos do monitoramento (LORENZATO, 1984; VELOSO et al., 1994; SALLES, 1995). Ao avaliar a eficácia de armadilhas e atrativos alimentares na captura de moscas-da-frutas, Aguiar-Menezes

et al. (2006), Scoz et al. (2006) e Azevedo et al. (2012) concluíram que a garrafa PET iscada com proteína hidrolisada pode ser utilizada em substituição ao modelo McPhail (MCPhAIL, 1939; ALUJA, 1994).

No entanto, Malavasi, Nascimento e Carvalho (1994) e Scoz et al. (2006) relatam que a padronização internacional para emprego de armadilhas McPhail iscadas com proteínas hidrolisadas para o monitoramento de *Anastrepha* spp. é necessária, pois, uniformizaria os índices de captura e níveis de controle entre diferentes países ou regiões, além de facilitar a tomada de decisão para o controle (CARVALHO, 2005).

Na Região Sul do Brasil, o monitoramento de *A. fraterculus* nos pomares tem sido realizado através de amostragens populacionais utilizando armadilhas modelo McPhail (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) caracterizadas por apresentar formato de sino, com uma única entrada na porção inferior, podendo ser de vidro ou plástico, devendo ter a porção superior incolor para maior eficiência (MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014).

Aluja (1994) cita que a armadilha do tipo McPhail é ineficiente na captura de moscas do gênero *Anastrepha*, sendo que, em um pomar de mangueira (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) no México foi verificado que apenas 31,1% das moscas-das-frutas *Anastrepha ludens* (Loew, 1873), *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) e *Anastrepha serpentina* (Wied., 1830), que pousaram no exterior das armadilhas foram capturadas (ALUJA et al., 1989). Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Prokopy e Economopoulos (1975) em estudos com *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790). Outro grande problema associado à utilização da armadilha McPhail é a captura e, por consequência, mortalidade de uma série de insetos endêmicos e benéficos (CUNNINGHAM et al., 1978; DÍAZ-FLEISCHER et al., 2009).

No entanto, apesar de ser considerada cara, de difícil manuseio e baixa eficiência, o uso de armadilhas do tipo McPhail iscadas com proteínas hidrolisadas é o principal método de monitoramento empregado para moscas-das-frutas em todo mundo (ALUJA, 1994; SHELLY et al., 2014). Como principal vantagem desse modelo de armadilha destaca-se a sua versatilidade, podendo ser utilizada com atrativos líquidos ou sólidos (PEREA-CASTELLANOS et al., 2015).

Segundo Salles (1995), a densidade de armadilhas a ser utilizada é de duas a quatro por hectare, dependendo do relevo. Kovaleski et al. (2000) propuseram a instalação de quatro armadilhas por ha para monitoramento de *A. fraterculus* em

pomares de macieira no Rio Grande do Sul, alertando para a importância da padronização de armadilhas e atrativos para que o nível de controle seja definido. Segundo Carvalho (2005), as armadilhas não devem ser utilizadas com o intuito de controle, uma vez que o raio de influência destas é limitado (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000) e o seu efeito na redução populacional é insignificante do ponto de vista de supressão populacional.

Bressan, Teles e Carvajal (1991) e Adamuchio et al. (2008) relatam respostas diferenciadas na atratividade de armadilhas para o monitoramento de tefritídeos em função da alteração das cores nas armadilhas. Em estudos iniciais, Cytrynowicz, Morgante e Souza (1982) compararam cores e formas de armadilhas para a captura de moscas-das-frutas. Na avaliação das cores, as armadilhas de forma retangular (com presença de cola inseticida) e de coloração amarela apresentaram maior atratividade, seguidas das de coloração laranja, verde e vermelha. Já no caso de armadilhas esféricas, a cor amarela mostrou-se mais eficiente na coleta de *A. fraterculus*, enquanto que as cores preta e vermelha atraíram maior número de *C. capitata*. Estes resultados ressaltam a importância da avaliação prévia da influência das cores das armadilhas na atratividade dos insetos-alvo.

2.3.2 Atrativos alimentares

Há um grande número de trabalhos de avaliação de atrativos alimentares para o monitoramento de mosca-das-frutas em frutíferas de clima temperado e subtropical (GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 1999; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; KOVALESKI, 2004; SCOZ et al., 2006; RAGA et al., 2006; POGERRE, 2007; TEIXEIRA et al., 2010; NUNES et al., 2013; BORTOLI, 2014). No entanto, também é grande a variação entre os resultados encontrados. Além disso, embora atualmente as proteínas hidrolisadas sejam atrativos alimentares facilmente disponíveis no mercado, muitos produtores relatam variações na atratividade destas substâncias de acordo com o lote de fabricação (RAGA; VIEIRA, 2015).

Com base no exposto, verifica-se que a grande limitação técnica da utilização de atrativos alimentares é a falta de padronização e a baixa seletividade aos insetos benéficos, polinizadores e não alvo (KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; BORTOLI, 2014), resultando em capturas diferenciadas mesmo sob condições semelhantes de ambiente, manejo e cultivo. Em hipótese, avanços consideráveis no manejo

ocorreriam com a disponibilização de um atrativo sexual para *A. fraterculus*, semelhante ao que ocorre com o trimedlure (TML) para machos de *C. capitata*. De acordo com Aluja (1996), a inexistência de feromônios sexuais comercialmente disponíveis para *Anastrepha* espécie impede o emprego de outras estratégias de controle como a técnica de interrupção de acasalamento (do inglês, *mating disruption technique*).

O controle racional e eficiente da mosca-das-frutas sul-americana tem como pré-requisito o conhecimento do momento adequado de controle definido pelo monitoramento da praga (NAVA; BOTTON, 2010). Diversos fatores estão envolvidos na captura das moscas-das-frutas, destacando-se a eficiência do atrativo e o tipo de armadilha empregado (BARROS et al., 1991; SCOZ et al., 2006).

Além disso, os resultados do monitoramento são variáveis dependendo da região de condução do trabalho, cultura (JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014) e a presença de diferentes espécies de mosca-das-frutas, pertencentes ao gênero *Anastrepha* spp. Por isso, a seleção e validação de atrativos mais eficazes para o monitoramento da praga é fundamental para melhorar o manejo da espécie, permitindo direcionar os tratamentos de forma específica para cada cultivo e nos focos de infestação nos pomares (MENDONÇA; NASCIMENTO; MELO, 2003).

Scoz et al. (2006) sugerem o emprego da levedura *Torula*® como referência para programas de detecção ou monitoramento de moscas-das-frutas, por apresentar pouca variação na composição, ser mais específica e atrair significativamente maior número de moscas-das-frutas, quando comparada ao suco de uva a 25% e a proteína hidrolisada BioAnastrepha a 5%.

No caso da macieira, embora o suco de uva a 25% tenha sido reconhecido como padrão para o monitoramento da praga por vários anos (LORENZATO, 1984; NORA; SUGIURA, 2001; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; FIORAVANÇO; DOS SANTOS, 2013), a elevada capacidade de atração não tem sido observada na cultura da videira (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) e seu uso tem sido desaconselhado. Segundo estes mesmos autores, ainda existem questionamentos quanto a eficácia do suco de uva devido à variação na composição do produto, conforme a variedade de uva, safra e marca comercial.

Outro problema recorrente no monitoramento populacional de moscas-das-frutas, através do emprego de atrativos alimentares, é o elevado número de insetos não alvo capturados (THOMAS et al., 2001). Segundo os autores, em alguns casos ocorre uma captura significativa de predadores, parasitoides e polinizadores em

função da baixa especificidade do atrativo para a praga-alvo. Segundo Veloso et al. (1994) e Salles (1995), substâncias como o melaço de cana-de-açúcar, sucos de frutas frescas ou em estágio avançado de fermentação e vinagre de vinho tinto também podem ser utilizadas. Neste sentido, embora estudos recentes demonstrem o potencial de uso de sucos de frutas no monitoramento de moscas-das-frutas (AZEVEDO et al., 2012; NUNES et al., 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014), estes atrativos também são menos seletivos à insetos benéficos ou artrópodes não alvo (VILLAR et al., 2010; BORTOLI, 2014).

Os adultos de moscas-das-frutas, principalmente fêmeas, necessitam ingerir nutrientes, especialmente compostos proteicos, durante o período de pós-emergência para que ocorra a maturação sexual (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; BATEMAN, 1972; HEATH et al., 1994). Devido a isso, Malo (1992) e Salles (1999b), ressaltam que um importante fator a ser observado na escolha de um atrativo alimentar é a maior captura de fêmeas. Tecnicamente, proteínas hidrolisadas oferecem aminoácidos livres para nutrição e reprodução, além de conter fagoestimulantes, fazendo com que os insetos procurem estas substâncias avidamente (VARGAS; PROKOPY, 2006).

A alimentação à base de proteínas aumenta a probabilidade de cópula e traz uma série de melhorias em diversos parâmetros reprodutivos de moscas-das-frutas (PEREIRA et al., 2013, TAYLOR et al., 2013). Dessa forma, moscas-das-frutas sexualmente imaturas são mais atraídas para armadilhas iscadas com proteínas hidrolisadas (BORTOLI, 2014; PEREA-CASTELLANOS et al., 2015), ressaltando a importância do emprego de armadilhas eficientes na captura destes insetos.

2.4 Nível de controle

Existe uma padronização internacional para o emprego de armadilhas McPhail com proteína hidrolisada para o monitoramento de espécies de *Anastrepha* e com o paraferomônio trimedlure (TML) para *C. capitata* (MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994; NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; FAO/IAEA, 2013; FUNDECITRUS, 2013), permitindo uniformizar os índices de captura e de controle em diferentes regiões e países. Conforme Munford e Norton (1984), a decisão de iniciar o manejo ou adotar uma prática para tal, são baseadas em considerações normativas e, às vezes, subjetivas. Além disso, segundo Carvalho (2005), a falta de padronização

no uso de armadilhas e atrativos em pomares comerciais dificulta a decisão de adotar ou não medidas de controle.

O nível populacional estabelecido para a adoção de medidas de controle populacional para *Anastrepha* spp. no Brasil é de 1,0 MAD (mosca/armadilha/dia) (MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994; NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000). De maneira geral, nas frutíferas de clima temperado e videira na Região Sul do Brasil, ações de controle químico como a aplicação de iscas-tóxicas são iniciadas com índice MAD igual ou superior a 0,5 (SORIA, 1985; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; BOTTON et al., 2005) e aplicações de inseticidas em área total (cobertura) no caso do alcance do índice de 1,0 MAD. No sistema PIM (Produção Integrada de Maçãs), houve uma mudança da forma de interpretação e utilização do MAD, passando de análises semanais para valores somados ao longo das semanas. O nível de controle (0,5 MAD) é cumulativo para a primeira aplicação de inseticida e durante os vinte dias que antecedem a colheita (CTPIM, 2006; SANTOS et al., 2013).

No entanto, Nava e Botton (2010) afirmam que é importante que os produtores adaptem o índice MAD à realidade local, pois, em alguns casos, o nível de controle atualmente utilizado acarreta falhas de manejo e não reflete as reais necessidades de controle observadas em algumas áreas de produção. Além disso, os níveis de controle para aplicações em cobertura foram definidos quando haviam inseticidas organofosforados comprovadamente eficientes para o controle da praga (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; RAGA; SATO, 2005; NONDILLO et al., 2007; HÄRTER et al., 2010; MACHOTA JR. et al., 2013c), os quais estão sendo retirados do mercado, aumentando o risco de prejuízos devido ao ataque da praga.

Além da reduzida eficiência dos atrativos alimentares, a baixa eficácia do monitoramento de moscas-das-frutas com atrativos alimentares deve-se, em parte, ao limitado raio de ação das armadilhas, que é de um a dez metros (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000) ou pela baixa taxa de captura (ALUJA, 1994), podendo não refletir a real população da área monitorada (NAVA; BOTTON, 2010).

Apesar das proteínas hidrolisadas serem o padrão para o monitoramento de *A. fraterculus* (RAGA et al., 2006; SCOZ et al., 2006), apontando resultados mais consistentes que os até então obtidos com o suco de uva (ZUANAZZI, 2012) e mesmo com a utilização de atrativos eficientes, resultados variáveis de captura são observados dependendo da região de condução do trabalho (SALLES, 1996; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 1999; MONTEIRO et al., 2007; TEIXEIRA et al.,

2010; NUNES et al., 2013), da cultura onde o monitoramento é realizado (JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014), da quantidade e localização de plantas hospedeiras no entorno (GARCIA; CORSEUIL, 2004) e da presença de diferentes espécies de moscas-das-frutas pertencentes ao gênero *Anastrepha* (RAGA et al., 2006).

2.5 Captura massal

Conforme sugerido por Navarro-Llopis, Primo e Vacas (2013), o termo “captura massal” (do inglês, *mass trapping*) deve ser empregado quando se utiliza dispositivos de captura e retenção de moscas-das-frutas, enquanto que o termo “estações isca” (do inglês, *bait stations*) para os dispositivos em que as moscas são afetadas por uma substância tóxica, sem necessidade de serem capturadas na armadilha. Por outro lado, o termo “atrai e mata” (do inglês, *attract & kill*) deve ser empregado para ambos os sistemas. A captura massal consiste no uso de uma alta densidade de armadilhas iscadas, com um atrativo que libera substâncias voláteis específicas para atração dos insetos às armadilhas, nas quais os indivíduos são capturados e mortos por afogamento ou contato com agentes letais (EL-SAYED et al., 2006; SHELLY et al., 2014).

Desde o início do Séc. XX, armadilhas contendo atrativos líquidos têm sido utilizadas visando a redução populacional de moscas-das-frutas (NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014). As primeiras referências de captura massal de tefritídeos remontam ao início da década de 1920. Em 1925, foi descrito um sistema de armadilhas para *Bactrocera tryoni* (Froggatt, 1897) utilizando atrativos à base de proteína e açúcares fermentados (GURNEY, 1925 apud EPSKY; HEATH, 1998). Na mesma década, foi citado o uso de frascos de vidro transparente invaginado, com capacidade entre 100 e 500mL, iscados com ácido acético, polpa de frutas, solução de melado + água ou atrativos à base vinagre de vinho como método de controle de populações de moscas-das-frutas (GÓMEZ-CLEMENTE, 1929). A captura massal empregando armadilhas iscadas com proteínas e açúcares fermentados teve início na Espanha entre 1923 e 1925 (GÓMEZ-CLEMENTE, 1929; PLANES, 1936).

Para o emprego da técnica, armadilhas McPhail de vidro foram gradativamente substituídas por modelos mais elaborados confeccionados com plástico, mantendo características comuns como tampa transparente e um recipiente de coloração amarela (BROUMAS et al., 2002; LUCAS-ESPADAS; HERMOSILLA-CERÓN,

2008a,c; JEMÂA et al., 2010; SANTOS-RAMOS et al., 2011; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2012; LASA; CRUZ, 2014). Nestes novos modelos, foi incluído o princípio de capturas unidireccionais (TAN, 1985), no qual cones plásticos são anexados aos orifícios de entrada reduzindo a possibilidade de escape dos insetos capturados (HIRAMOTO; ARITA-TSUTSUMI; JANG, 2006; JANG, 2011). Além disso, a incorporação de furos laterais nas armadilhas de captura massal melhorou consideravelmente a eficiência da técnica, de modo que, atualmente, quase todas as armadilhas comercializadas apresentam orifícios laterais, em número variável, com diâmetro entre 5 e 15mm (NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014).

Antes de 2001, a captura massal não era utilizada de maneira extensiva, sendo desenvolvida apenas em algumas áreas sob forma de projeto-piloto. Entretanto, na última década, a aplicação da captura massal como método de controle de moscas-das-frutas aumentou de forma significativa nos principais países produtores de frutas da Europa, com bons resultados no controle de *C. capitata* (MARTÍNEZ-FERRER; CAMPOS; FIBLA, 2012; NAVARRO-LLOPIS et al., 2008), atualmente englobando mais de 100 mil ha (SHELLY et al., 2014).

Vários fatores relacionados às armadilhas (modelos e densidade por área), atrativos (eficácia e liberação dos compostos) e localização (tamanho e isolamento da área, espécie e técnicas de cultivo, população de insetos-alvo e clima) afetam a eficácia da captura massal e dificultam seu emprego (LASA et al., 2014b). Prokopy, Jácome e Bigurra (2005) ressaltam que a captura massal pode ser economicamente inviável para espécies que não possuem feromônio natural ou paraferomônio sintético específicos e eficazes para fêmeas, como no caso de *Rhagoletis cerasi* (L., 1758), à exemplo do que ocorre para *A. fraterculus*.

O custo da captura massal pode ser um impedimento para a implementação da técnica (SHELLY et al., 2014), sendo dependente do custo para aquisição dos atrativos e do número de armadilhas necessárias para alcançar um controle adequado (NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2012). Por isso, em menores densidades (\approx 50 armadilhas por ha, por exemplo), a técnica da captura massal está frequentemente associada à aplicações complementares de inseticidas na forma de iscas tóxicas (LEZA et al., 2008) e/ou pulverizações em área total. Hospedeiros mais sensíveis às injúrias causadas por moscas-das-frutas, como o pessegueiro [*Prunus persicae* (L.) Batsch], exigem uma densidade maior de armadilhas (100 a 120 armadilhas por ha,

por exemplo), sendo que programas de manejo de *C. capitata* na Europa têm alcançado êxito com densidades até 150 armadilhas por ha (NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014).

De acordo com Lasa et al. (2014a), armadilhas de baixo custo – confeccionadas a partir de garrafas de polietileno tereftalado (PET), por exemplo – tem o potencial de reduzir significativamente os custos da captura massal e, em hipótese, tornar a adoção da técnica economicamente viável. Além do alto custo das armadilhas, a necessidade de reposição constante dos atrativos nas armadilhas de captura massal, comum no caso dos atrativos líquidos, é uma limitação da técnica (THOMAS et al., 2001).

2.5.1 Armadilhamento de borda

Dentre os sistemas de armadilhamento adotados na captura massal com o objetivo de controle e/ou supressão populacional de moscas-das-frutas destaca-se o armadilhamento de borda – do inglês, *perimeter trapping* ou *border trapping* (ALUJA et al., 1997; COHEN; YUVAL, 2000), estratégia que tem como princípio a premissa de que, na maioria dos casos, as moscas invadem os pomares comerciais a partir de áreas próximas ou circunvizinhas (ALUJA, 1996).

As armadilhas iscadas com atrativos são distribuídas nas bordas das áreas de produção e capturam populações incursoras de moscas-das-futas. Tal método tem se mostrado eficaz no controle de *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867) nos Estados Unidos (PROKOPY, 1993), de *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, 1860 (ALUJA et al., 1997) no México e de *C. capitata*, em pomares de ameixeira, pereira e caquiízeiro em Israel (COHEN; YUVAL, 2000). Martínez-Ferrer, Campos e Fibla (2012) relatam que, utilizando este sistema de armadilhamento, danos causados por moscas-das-frutas podem ser efetivamente reduzidos ou até evitados com o uso de densidades elevadas de armadilha (75 a 100 armadilhas/ha, por exemplo).

2.5.2 Proteína hidrolisada de longa duração

Nos últimos anos, novos atrativos líquidos de longa duração para uso em armadilhas de captura massal foram desenvolvidos (EPSKY; KENDRA; SCHNELL, 2014). Dentre estes novos atrativos destaca-se a proteína hidrolisada CeraTrap® (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha), inicialmente introduzida e validada na Espanha

para o monitoramento e controle de *C. capitata* (SIERRAS et al., 2006). O produto é formulado como um hidrolisado proteico obtido da mucosa intestinal de suínos, através de um processo de hidrólise enzimática à frio (SANTOS-RAMOS et al., 2011; EPSKY; KENDRA; SCHNELL, 2014; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014). O processo reduz alterações físicas e químicas (EPSKY et al., 1993), com melhorias na atratividade promovida pelo produto em decorrência da manutenção do pH alcalino das soluções e conservação de aminoácidos (EPSKY; KENDRA; SCHNELL, 2014).

Os principais compostos voláteis isolados e identificados na proteína hidrolisada CeraTrap® foram aminas heterocíclicas, principalmente piperazinedionas (MARÍN et al., 2006), que apresentam elevada capacidade de atração de adultos de mosca-das-frutas (SELAMI et al., 2011), especialmente fêmeas (LASA; CRUZ, 2014). O atrativo é utilizado em armadilhas de monitoramento e/ou captura massal, sem necessidade de adição de inseticida, sendo uma opção ambientalmente segura, viável e passível de utilização em sistemas de cultivo orgânico (PEREA-CASTELLANOS et al., 2015).

CeraTrap® tem demonstrado durabilidade e estabilidade da formulação em condições de campo e elevada atratividade para espécies como *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) e *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (SANTOS-RAMOS et al., 2011; SELAMI et al., 2011; LASA; ORTEGA; RULL, 2013; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014; HAFSI et al., 2015). No Brasil, resultados preliminares comprovam estas duas importantes características sobre *C. capitata* em uva de mesa na Região Nordeste e sobre *A. fraterculus* na cultura da ameixeira (*Prunus domestica* L., Rosaceae), macieira, pessegueiro e citros (BORTOLI, 2014) na Região Sul.

No cultivo de citros na Espanha, Marín et al. (2006) demonstraram que, mesmo em pequenas áreas (<1,5ha), é possível substituir várias aplicações de inseticida pelo uso de armadilhas iscadas com CeraTrap®. Selami et al. (2011) demonstraram em ensaios de campo no Marrocos, Itália e Espanha que a captura massal com CeraTrap® promoveu controle equivalente ao químico padrão (aplicação de inseticidas em cobertura), reduzindo danos em frutos. Em cultivo de citros na Espanha, Llorens et al. (2008) concluíram que o emprego da proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 100 armadilhas por ha é eficaz sobre *C. capitata*, reduzindo a necessidade de aplicações de inseticidas.

A proteína hidrolisada CeraTrap® também foi avaliada no México utilizando armadilhas modelo MS2® para o controle de *A. ludens* (SANTOS-RAMOS et al., 2011),

com resultados superiores aos obtidos com aplicações da isca tóxica GF-120® = Success® 0,02 CB (Dow AgroSciences, Indianapolis, EUA). Hafsi et al. (2015) atestam que a captura massal proporcionou uma redução populacional de *C. capitata* em cultivo de citros na Tunísia, com elevada seletividade a insetos benéficos.

2.5.3 Uso de estratégias integradas para o manejo de moscas-das-frutas

Em vários programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), a captura massal tem sido utilizada de maneira conjunta com outras técnicas de controle e/ou supressão populacional. Na Espanha, por exemplo, Primo-Millo, Argilez-Herrero e Alfaro-Lassala (2003) relatam um programa de MIP incluindo a aplicação de iscas tóxicas, captura massal, limpeza dos pomares e das áreas vizinhas não manejadas ou abandonadas onde são encontrados hospedeiros alternativos. Na Tunísia, a combinação da captura massal com iscas tóxicas, limpeza dos frutos no interior dos pomares, esterilização química dos insetos e aplicação de ácido giberélico (alterando o período de amadurecimento dos frutos) foi utilizada com sucesso para redução de danos em citros (BOULAHIA-KHEDER et al., 2012).

A combinação de aplicação de iscas tóxicas, limpeza dos pomares, utilização de iscas com feromônio e liberações aumentativas de parasitoides constituem as técnicas de controle incluídos no MIP de *B. oleae* na Grécia (KAPATOS, 1989), *B. dorsalis*, *B. cucurbitae* e *C. capitata* no Hawaii (MAU; JANG; VARGAS, 2007; JANG et al., 2008) e *C. capitata* e *Bactrocera* spp. na Austrália (JESSUP et al., 2007).

Utilizada de forma integrada ou isolada, a captura massal minimiza custos operacionais e os riscos ambientais uma vez que, com o passar do tempo, armadilhas podem ser colocadas em pontos estratégicos das áreas de produção onde ocorrem os focos de infestação da espécie-alvo. As armadilhas podem ser mantidas ao longo do ano, fornecendo proteção ao cultivo de maneira prolongada e livre da necessidade de manutenção constante das armadilhas (IAEA, 2009).

3 Capítulo I – Avaliação de atrativos alimentares e flutuação populacional da mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira

3.1 Introdução

A incidência da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) é um dos principais fatores limitantes à produção de frutíferas de clima temperado na Região Sul do Brasil (ALBERTI; GARCIA; BOGUS, 2009; GARCIA; NORRBOM, 2011; NUNES et al., 2012; DIAS et al., 2013; GARCIA; RICALDE, 2013, PEREIRA-RÊGO et al., 2013). O mesmo ocorre na cultura da videira (*Vitis* spp., Vitaceae), que apesar de ser tradicionalmente considerada um cultivo com suscetibilidade reduzida aos danos causados pela espécie (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009, 2010), nos últimos anos vem registrando um aumento nos prejuízos devido à elevada incidência nos parreirais (FORMOLO et al., 2011; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011; MACHOTA JR. et al., 2013a), principalmente em cultivares de uvas finas (*V. vinifera* L.), de polpa branca, cultivadas tanto para consumo *in natura*, como para processamento.

O momento adequado para um controle racional e eficiente da mosca-das-frutas sul-americana é definido pelo monitoramento (SORIA, 1985; NASCIMENTO; CARVALHO, 2000; RAGA, 2005; NAVA; BOTTON, 2010). A eficiência na captura dos adultos da espécie é afetada, principalmente, pelo atrativo alimentar e tipo de armadilha utilizados (BARROS et al., 1991; SALLES, 1999b; NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; SCOZ et al., 2006). No caso dos atrativos alimentares, comumente a escolha depende do custo e da facilidade de obtenção (PIÑERO et al., 2003), sendo desconsiderados aspectos como padronização da composição, durabilidade da solução no campo, eficácia nas capturas e seletividade à artrópodes não alvo (ALUJA, 1994; ROS et al., 2002; RAGA et al., 2006; VILLAR et al., 2010).

Estes aspectos resultam em diferenças na eficácia dos atrativos, conforme a cultura e a região de cultivo (HEDSTRÖM; JIRÓN, 1985; HEDSTRÖM; JIMÉNEZ, 1988; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 1999; RODRIGUES NETTO; CAMPOS; ISHIMURA, 2004; LÓPEZ-GUILLÉN; TOLEDO; ROJAS, 2010; TEIXEIRA et al., 2010; SHELLY; MISHIMOTO; KURASHIMA, 2012; NUNES et al., 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014). Além disso, as armadilhas McPhail, apesar de apresentarem uma série de limitações – alto custo, dificuldade de manuseio, fragilidade e baixa eficiência nas capturas (CUNNINGHAM et al., 1978; ALUJA et al., 1989; DÍAZ-FLEISCHER et al., 2009; PEREA-CASTELLANOS et al., 2015) – permanecem como modelo padrão para o monitoramento populacional de moscas-das-frutas (ALUJA, 1994; SALLES, 1999a; NASCIMENTO; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; MONTEIRO et al., 2007; SHELLY et al., 2014).

O suco de uva a 25% é o atrativo recomendado para o monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh., Rosaceae) (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; FIORAVANÇO; DOS SANTOS, 2013), sendo essa recomendação ampliada para as demais frutíferas de clima temperado. No entanto, o mesmo não é eficaz na cultura da videira (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) e, nos últimos anos, o nível de capturas tem sido questionado também na cultura da macieira (ZUANAZZI, 2012).

Em hipótese, as armadilhas iscadas com suco de uva competem com os voláteis liberados pelos frutos em estágio final de maturação, à exemplo do verificado por Cornelius et al. (2000) para fêmeas de *Bactrocera dorsalis* (Hendel), empregando suco de frutas em pomares de goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae). Esta competição resulta em falhas no monitoramento, evidenciadas pela ocorrência de danos nos frutos mesmo sem a ocorrência de captura de moscas-das-frutas nas armadilhas (FORMOLO et al., 2011; ZUANAZZI, 2012). Além disso, existem questionamentos quanto a eficácia do suco de uva devido a variações na composição conforme a cultivar de uva utilizada, safra e marca comercial (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009).

Como a adoção de medidas de controle é dependente das capturas expressas pelo índice MAD (moscas/armadilha/dia) (SORIA, 1985; MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994; BOTTON et al., 2005), a definição de um atrativo eficaz para o monitoramento é uma demanda frequente (FORMOLO et al., 2011; RAGA; VIEIRA, 2015). Recentemente, novos atrativos como as proteínas hidrolisadas

(BioAnastrepha e CeraTrap®) e a levedura Torula® foram avaliados para o monitoramento de *A. fraterculus* na Região Sul do Brasil sugerindo o emprego destes como alternativa ao suco de uva a 25% em culturas como pessegueiro (*Prunus persicæ* (L.) Batsch, Rosaceae), macieira e citros [*Citrus* spp. (L.) Osbeck, Rutaceae] (SCOZ et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2010; AZEVEDO et al., 2012; ZUANAZZI, 2012; NUNES et al., 2013; BORTOLI, 2014).

No entanto, faltam informações relacionadas ao comportamento destes novos atrativos na cultura da videira ao longo da safra. Nesse trabalho, foi avaliada a eficiência de atrativos alimentares para o monitoramento de adultos da mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* na cultura da videira e a seletividade à artrópodes não alvo.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Avaliação de atrativos alimentares para o monitoramento de adultos de mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira e seletividade à artrópodes não alvo

O experimento de avaliação de atrativos alimentares para a captura da mosca-das-frutas sul-americana foi realizado entre os meses de dezembro a março (período de maturação da videira), durante as safras 2012/2013 e 2013/2014, utilizando dois vinhedos de uva fina (*Vitis vinifera* L., Vitaceae) da cv. ‘Moscato’, com áreas de 1,0 hectare (latitude 29°06'47"S, longitude 51°26'46"O e altitude de 653m) – A1 e 1,1 hectare (latitude 29°02'49"S, longitude 51°28'08"O e altitude de 605m) – A2, localizados no município de Pinto Bandeira, RS (Figs. 1 e 2).



Figura 1. Vista aérea de vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) (A1) delimitado pela linha amarela localizado na Linha Silva Pinto Sul, município de Pinto Bandeira, RS. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.



Figura 2. Vista aérea de vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) (A2) delimitado pela linha amarela localizado na Linha Clementina, município de Pinto Bandeira, RS. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.

Os vinhedos (A1 e A2) estavam distanciados 7,5km entre si, inseridos na mesma bacia hidrográfica, localizados a cerca de 1,2 e 5,3km do perímetro urbano de Pinto Bandeira, RS, respectivamente. A escolha das áreas de estudo foi devido a representatividade dos vinhedos na Região e o histórico distinto de infestações de moscas-das-frutas nas duas áreas, com baixas infestações em A1 e altas em A2.

O vinhedo A1 foi implantado em 1997, no espaçamento 3,0 x 1,9m e densidade de 1.750 plantas por hectare. O vinhedo A2 foi implantado em 2011, no espaçamento 3,0 x 1,8m e densidade de 1.850 plantas por hectare. As duas áreas foram conduzidas em sistema de pérgola (latada) aberta e, durante o período de condução dos experimentos, não receberam aplicações de inseticidas para o controle de moscas-das-frutas.

Os atrativos alimentares avaliados foram: a) proteína hidrolisada CeraTrap®, sem diluição (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha); b) levedura Torula®, seis pastilhas de 3g/L (Isca Tecnologias Ltda., Ijuí, RS, Brasil); c) proteína hidrolisada BioAnastrepha, 50mL/L (BioControle – Métodos de Controle de Pragas Ltda., Indaiatuba, SP, Brasil); d) glicose de milho, 100mL/L (Yoki® Alimentos Ltda., Paranavaí, PR, Brasil) e e) suco de uva tinto, 250mL/L (Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS). No dia da instalação do experimento foi retirada uma alíquota de 20mL para leitura do pH de cada um dos tratamentos utilizando fita indicadora de pH (Universalindikator pH 0-14, Merck, Darmstadt, Alemanha).

Os atrativos foram dispostos no interior de armadilhas McPhail, num volume de 300mL por armadilha (SALLES, 1999b), distribuídas sob o dossel das plantas, a 1,7m de altura do solo, distanciadas de maneira equidistante a cada 10m (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000) no perímetro das áreas (Fig. 3) estabelecendo duas repetições (armadilhas) para cada atrativo por vinhedo (ORTH; RIBEIRO; REIS FILHO, 1986; MARTINEZ; GODOY, 1987).

Em cada safra, 15 avaliações semanais foram realizadas no período de dezembro a março, através da coleta dos insetos capturados no interior das armadilhas, com auxílio de peneira plástica (malha de 2mm) e pinça metálica de ponta fina. Os insetos foram armazenados em frascos etiquetados, contendo álcool 70%, para posterior sexagem, contagem e identificação. Após cada avaliação foi realizada a rotação das armadilhas, em sentido horário dentro de cada bloco, para evitar o efeito do local (MENDONÇA; NASCIMENTO; MELO, 2003). Os atrativos foram trocados

semanalmente, com exceção do CeraTrap®, reposto a cada 45 dias devido à evaporação, conforme recomendação do fabricante.



Figura 3. Distribuição das armadilhas McPhail no perímetro do vinhedo A1 de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*). Pinto Bandeira, RS.

Legenda: setas indicam o posicionamento das duas primeiras armadilhas ao longo da fileira.

Os exemplares de moscas-das-frutas pertencentes a *Anastrepha* foram sexados e identificados com base nas chaves de Steyskal (1977) e Zucchi (2000). Os demais insetos, inimigos naturais e polinizadores foram identificados à nível de Ordem (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). Na comparação dos atrativos alimentares, as capturas de adultos de moscas-das-frutas e demais insetos foram expressas como média de adultos/armadilha/dia (MAD).

Os dados provenientes das coletas semanais de adultos de moscas-das-frutas nas armadilhas foram utilizados no estudo da flutuação populacional e análise de correlação das capturas com a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (UR%), velocidade média do vento (m/s) e precipitação pluviométrica (mm). Dados meteorológicos foram obtidos na Estação Climatológica da Embrapa Uva e Vinho,

localizada na Vinícola Don Giovanni (latitude 29°08'55"S, longitude 51°26'11"O e altitude 713m) no município de Pinto Bandeira, RS, a uma distância média de 7km dos locais de estudo.

3.2.2 Análise estatística

Os dados referentes à captura e flutuação populacional de adultos de moscas-das-frutas, coletados nas armadilhas iscadas com os diferentes atrativos alimentares, foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para normalização, quando necessário. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias das capturas nos diferentes atrativos pelo teste de Tukey e dentro de cada atrativo (machos e fêmeas) pelo teste t (LSD), ambos a 5% de significância ($p<0,05$), através do programa estatístico Sisvar 5.3 (FURTADO, 2011). A análise de correlação entre as capturas e os dados meteorológicos foi realizada através do programa estatístico SPSS® for Windows 15.0.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Avaliação de atrativos alimentares

Todos os 1.605 espécimes de tefritídeos coletados nas duas safras pertenceram ao gênero *Anastrepha* Schiner, 1868, representados em sua totalidade por *Anastrepha fraterculus*. Esses dados confirmam a importância da espécie no Rio Grande do Sul e corroboram estudos realizados nas principais regiões produtoras de frutas, incluindo Porto Alegre (GARCIA; CORSEUIL, 1998a; PEREIRA-RÊGO et al., 2013), Região do Vale do Rio Caí (SILVA et al., 2006; GATTELLI et al., 2008; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014; SILVA et al., 2014) e Região da Serra Gaúcha (LORENZATO; GRELLMANN; CHOUENE, 1986; PEREIRA-RÊGO et al., 2013; BORTOLI, 2014). Nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, 90,5% dos espécimes de tefritídeos coletados em diversas frutíferas correspondem à *A. fraterculus* (NUNES et al., 2012). No entanto, os dados obtidos neste estudo diferem dos apresentados por Dias e Silva (2014), nos municípios de Itaqui, Quaraí, Santana do Livramento e Uruguaiana, na Região da Campanha, onde *C. capitata* foi mais capturada.

3.3.1.1 Captura de adultos de mosca-das-frutas sul-americana pelos diferentes atrativos

A infestação de *A. fraterculus* na área A1 foi considerada baixa (IAEA, 2009), apresentando capturas de $MAD \leq 0,1$ ao longo das duas safras avaliadas (2012/2013 e 2013/2014), não havendo diferença significativa entre os atrativos ($F=2,39$; $gl=4$; $p>0,05$) e demonstrando a equivalência destes em condições de baixa infestação. Na área A2, o atrativo mais eficiente foi a proteína hidrolisada CeraTrap®, diferindo significativamente dos demais atrativos avaliados ($F=12,46$; $gl=4$; $p<0,001$) (tab. 1).

Tabela 1. Número médio (\pm desvio padrão) de adultos pertencentes à *Anastrepha fraterculus* capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedos (A1 e A2) de uva fina (*Vitis vinifera L.*) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.

Atrativos alimentares	Áreas	
	A1	A2
BioAnastrepha	$1,03 \pm 0,05$ Aa	$0,73 \pm 1,13$ Bb
CeraTrap®	$0,03 \pm 0,05$ Aa	$2,05 \pm 3,10$ Ab
Glicose	$0,01 \pm 0,02$ Aa	$0,07 \pm 0,13$ Bb
Suco de Uva	$0,03 \pm 0,03$ Aa	$0,15 \pm 0,47$ Ba
Torula®	$0,00 \pm 0,05$ Aa	$0,72 \pm 1,10$ Bb

¹ Valores referentes às capturas ao longo das safras 2012/2013 e 2013/2014.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve diferença significativa na infestação por *A. fraterculus* nas duas áreas, sendo que, as capturas foram superiores na área A2 para todos os atrativos, com exceção para o suco de uva ($F=2,96$; $gl=1$; $p<0,01$), corroborando a menor eficiência deste na cultura da videira (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009).

3.3.1.2 Captura de machos e fêmeas de *A. fraterculus* nos diferentes atrativos

Na área A1, as armadilhas iscadas com o atrativo BioAnastrepha capturaram 13 espécimes de *A. fraterculus* (6♀/7♂), seguido por CeraTrap® com 12 (9♀/3♂), Torula® com sete (4♀/3♂), suco de uva com cinco (2♀/3♂) e glicose com três (2♀/1♂), não

havendo diferenças significativas entre as capturas de fêmeas e machos para cada atrativo.

Na área A2, armadilhas iscadas com o atrativo CeraTrap® capturaram 860 espécimes de *A. fraterculus* (553♀/307♂), seguido por BioAnastrepha com 307 (206♀/101♂), Torula® com 304 (173♀/131♂), suco de uva com 64 (19♀/45♂) e glicose com 29 (13♀/16). As capturas de fêmeas foram significativamente superiores para os atrativos CeraTrap® ($t=7,30$; $gl=1$; $p<0,05$), BioAnastrepha ($t=12,89$; $gl=1$; $p<0,01$) e Torula® ($t=4,77$; $gl=1$; $p<0,05$).

A maior atratividade de fêmeas de moscas-das-frutas é um fator importante a ser observado na escolha do atrativo alimentar (MALO, 1992; SALLES, 1999b). De acordo com Malo (1992) e Epsky et al. (1993), armadilhas McPhail iscadas com proteínas hidrolisadas atraem ambos os sexos, mas capturas de fêmeas tendem a ser maiores. Neste estudo, a captura de fêmeas significativamente superior nos atrativos à base de proteína hidrolisada e levedura Torula® é atribuída à necessidade de ingestão de compostos proteicos para a maturação sexual e produção de ovos durante o período de pós-emergência (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; BATEMAN, 1972; HEATH et al., 1994). De acordo com Vargas e Prokopy (2006), proteínas hidrolisadas oferecem aminoácidos livres para nutrição e reprodução, além disso, podem conter fagoestimulantes, fazendo com que os insetos procurem estas substâncias avidamente.

Os resultados deste estudo corroboram os observados por Monteiro et al. (2007) em estudo conduzido em pomar de pessegueiro na Região da Lapa, PR e por Teixeira et al. (2010) em pomar de macieira no município de São Joaquim, SC. Nos dois estudos, os autores afirmam que os atrativos alimentares BioAnastrepha e Torula® foram eficientes na captura de *Anastrepha* spp., com maiores capturas em relação ao suco de uva a 25%. No entanto, divergem dos apresentados por Scoz et al. (2006) onde as capturas de *A. fraterculus* foram maiores em armadilhas iscadas com Torula® em comparação à BioAnastrepha e ao suco de uva a 25% em pomar de pessegueiro na Região da Serra Gaúcha, RS. Em pomares de macieira no município de Vacaria, RS, Nunes et al. (2013) não observaram diferença significativa entre os atrativos BioAnastrepha e suco de uva na captura de *A. fraterculus*.

Em Porto Alegre, estudo de Jahnke, Reyes e Redaelli (2014) demonstram que suco de uva foi mais eficiente que a proteína hidrolisada BioAnastrepha na captura de adultos de *A. fraterculus* em pomar de pessegueiro durante as fases iniciais de

desenvolvimento dos frutos e na pós-colheita. No entanto, o mesmo estudo demonstrou que, em pomar de goiabeira, a proteína hidrolisada BioAnastrepha foi mais eficiente que o suco de uva durante as fases de maturação e frutos maduros, sugerindo que há diferença na atratividade das soluções em relação à espécie frutífera cultivada e fase de desenvolvimento dos frutos nos pomares.

Além disso, Raga (2005) e Raga et al. (2006) ressaltam que no Brasil, as proteínas hidrolisadas disponíveis comercialmente apresentam alto teor de melão de cana-de-açúcar com diferenças de composição, tipo de formulação e estabilidade do produto, o que tem ocasionado falhas no monitoramento de moscas-das-frutas. Segundo Epsky, Kendra e Schnell (2014), muitos produtos utilizados como atrativos alimentares para o manejo de moscas-das-frutas são resíduos de algum processo industrial, resultando em variações nos atrativos e entre lotes de um mesmo atrativo em razão do substrato e do método de obtenção. Neste sentido, a proteína hidrolisada CeraTrap®, obtida através de um processo de hidrólise enzimática à frio (SANTOS-RAMOS et al., 2011), menos impactante aos compostos proteicos que a hidrólise ácida (EPSKY; KENDRA; SCHNELL, 2014), confere menor degradação dos aminoácidos presentes na solução, além de maior atratividade e estabilidade do produto (LASA et al., 2014b).

Neste estudo, a glicose invertida a 10% não foi eficaz na captura de *A. fraterculus*, contrastando com os resultados obtidos por Garcia, Campos e Corseuil (1999) e por Chiaradia e Milanez (2000), os quais demonstraram maior atratividade da espécie pela glicose invertida em comparação com os sucos de pitanga (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae), uva e pêssego a 25%, e proteína hidrolisada a 5%. A glicose invertida também foi utilizada com sucesso em estudos sobre a flutuação populacional de *A. fraterculus* na Região Oeste de Santa Catarina (GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003a,b; ALBERTI; GARCIA; BOGUS, 2009).

Apesar da possibilidade de uso do suco de frutas no monitoramento de moscas-das-frutas (SALLES, 1999b; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; AZEVEDO et al., 2012; NUNES et al., 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014), os resíduos deixados por estes atrativos dificultam a limpeza das armadilhas (MENDONÇA, NASCIMENTO; MELO, 2003; BORTOLI, 2014), fato também observado nas armadilhas iscadas com suco de uva a 25% durante a execução deste estudo, aumentando o tempo necessário para as avaliações.

Além disso, segundo Zart, Fernandes e Botton (2009) e Teixeira et al. (2010) existem questionamentos quanto a eficácia do suco de uva devido a variação na composição do produto conforme a cultivar de uva utilizada na elaboração, safra e marca comercial. Em hipótese, as moscas-das-frutas não são atraídas pelas armadilhas iscadas com sucos de fruta, principalmente próximo à colheita, em função da grande presença de voláteis liberados pelas frutas maduras ou em estágio de decomposição que competem com os atrativos para monitoramento.

Os valores de pH verificados no momento da instalação dos experimentos apresentaram variação conforme o atrativo empregado. Vários autores ressaltam a importância do aumento do pH da solução atrativa na captura de moscas-das-frutas (EPSKY et al., 1993; DUYCK et al., 2004; ESPKY; KENDRA; SCHNELL, 2014; RAGA; VIEIRA, 2015). Neste estudo, as maiores capturas utilizando proteínas hidrolisadas e levedura *Torula®* estão, em hipótese, relacionadas com o pH das soluções, oscilando entre 7,0 e 9,0, comparadas a 3,0 e 4,0 do suco de uva e glicose, respectivamente. Segundo Mazor (2009), um dos principais compostos finais da decomposição dos atrativos proteicos é o nitrogênio amoniacal, componente chave na atratividade de moscas-das-frutas. Com o aumento do pH inicial, ocorre a diminuição da velocidade de decomposição do atrativo e liberação de amônia (HEATH et al., 2009), com incremento na atratividade da solução (MAZOR; GOTHLIF; GALUN, 1987; PAIVA; PARRA, 2013; RAGA; VIEIRA, 2015).

Durante o período de estudo, na área A1, os picos populacionais foram baixos, não ultrapassando 0,22 MAD em armadilhas iscadas com os atrativos BioAnastrepha e *Torula®*. Estes picos ocorreram na safra 2012/2013, entre a última semana de dezembro e a primeira semana de janeiro, no período de frutificação (Fig. 4).

Na área A2, ocorreram picos populacionais mais elevados nas duas safras em comparação com a área A1. Na safra 2012/2013, armadilhas iscadas com o atrativo CeraTrap® apresentaram os maiores picos de captura, com 4,0 MAD na primeira semana de janeiro e 2,0 MAD em meados de fevereiro de 2013. Considerando o nível de controle (NC) igual a 0,5 MAD adotado para a espécie na cultura (SORIA, 1985; BOTTON et al., 2005), as armadilhas iscadas com CeraTrap® mantiveram as capturas continuamente por 11 semanas acima do NC ao longo da safra (Fig. 5). Dentre os atrativos empregados, as armadilhas iscadas com BioAnastrepha foram as primeiras a indicar a presença de *A. fraterculus* (0,6 MAD)

acima do NC, havendo um decréscimo na avaliação seguinte, sendo igualada e superada pelos atrativos Torula® e CeraTrap®, com 0,6 e 2,6 MAD, respectivamente.

Na safra 2013/2014, armadilhas iscadas com atrativo CeraTrap® apresentaram os maiores picos de captura, com 8,3 MAD na primeira semana de fevereiro e 11,6 MAD no final de março de 2014. Novamente, as armadilhas iscadas com o atrativo CeraTrap® apresentaram capturas contínuas, acima do NC por mais tempo (oito semanas) que os demais atrativos ao longo da safra. Nesta safra, as armadilhas iscadas com CeraTrap® foram as primeiras a indicar a presença de *A. fraterculus* acima do NC adotado para a cultura (Fig. 5).

O suco de uva apresentou capturas baixas ($MAD < 0,3$) durante as duas primeiras semanas de fevereiro de 2014 (Fig. 5) e, com a proximidade da colheita, as armadilhas iscadas com este atrativo não apresentam eficiência, reforçando a hipótese da grande liberação de voláteis pelas frutas maduras ou em estágio de decomposição e competição destes pela atração dos adultos de moscas-das-frutas (JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014). Armadilhas iscadas com glicose indicaram três picos populacionais de 0,5 MAD no mês de fevereiro, demonstrando ineficiência na captura de adultos de *A. fraterculus* com a proximidade da colheita.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, em condições de infestações elevadas, a proteína hidrolisada CeraTrap® apresentou capturas superiores aos demais atrativos avaliados (BioAnastrepha, Torula®, suco de uva e glicose), sendo uma ferramenta eficiente para o monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da videira. Diferenças observadas nas capturas entre os atrativos avaliados ressaltam a importância da correta escolha de produtos para o conhecimento da dinâmica populacional da espécie, possibilitando segundo Raga et al. (2006), a definição de uma estratégia de manejo no tempo e no espaço.

Destacando a eficiência da proteína hidrolisada CeraTrap®, frente aos demais atrativos avaliados neste estudo, e considerando a retirada de inseticidas organofosforados do mercado, bem como, a indisponibilidade de novas moléculas com ação eficaz de profundidade sobre ovos e larvas de moscas-das-frutas, torna-se necessária a adequação do nível de controle em função das condições particulares de cada cultivo, conforme comentado por Nava e Botton (2010). Diante deste cenário, sugere-se a realização de estudos avaliando a possibilidade de alteração do nível de controle da espécie e o emprego de estratégias voltadas ao manejo de adultos.

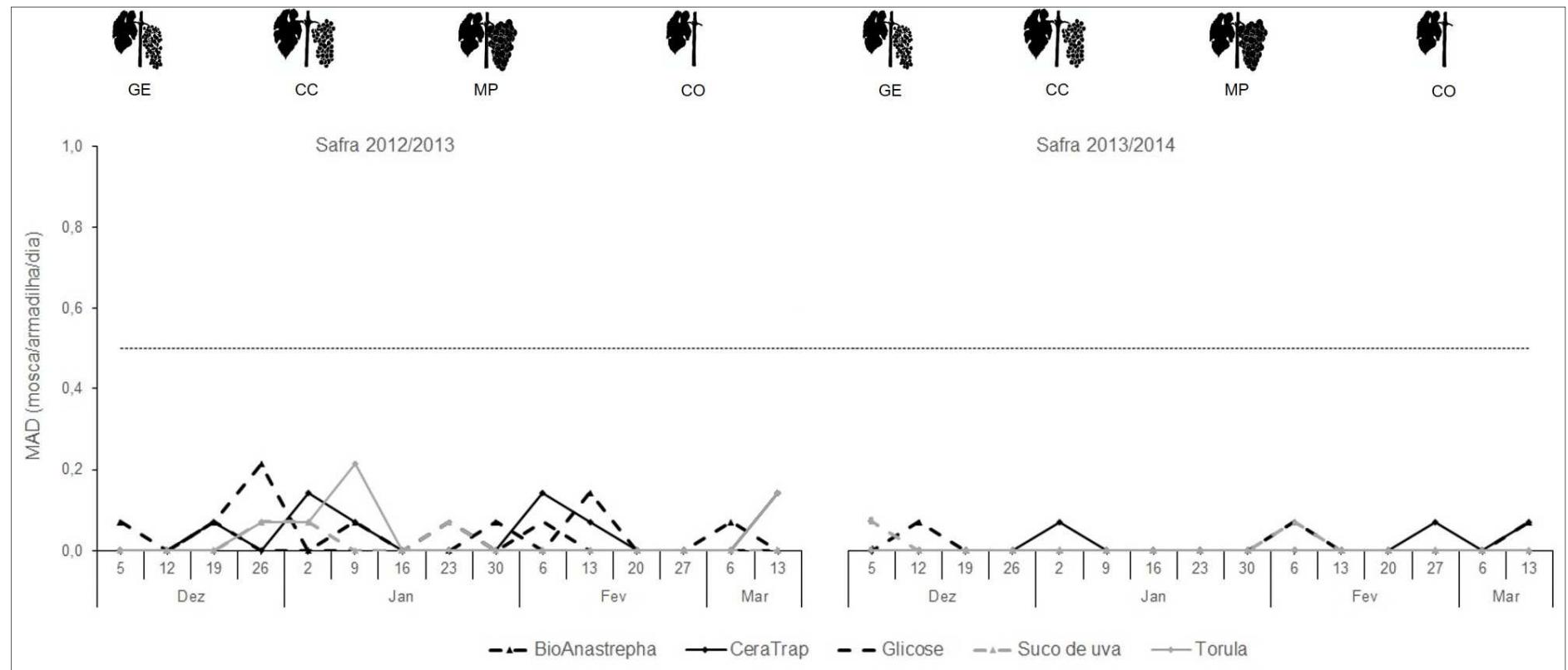


Figura 4. Número médio de *Anastrepha fraterculus* (machos e fêmeas) capturados por dia (MAD) em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A1) de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.

Legenda: Estadios fenológicos da cultura: grão ervilha (GE); compactação do cacho (CC); maturação plena (MP) e colheita (CO) [Adaptado de Eichhorn e Lorenz (1984)]. Linha pontilhada indica o índice MAD igual a 0,5.

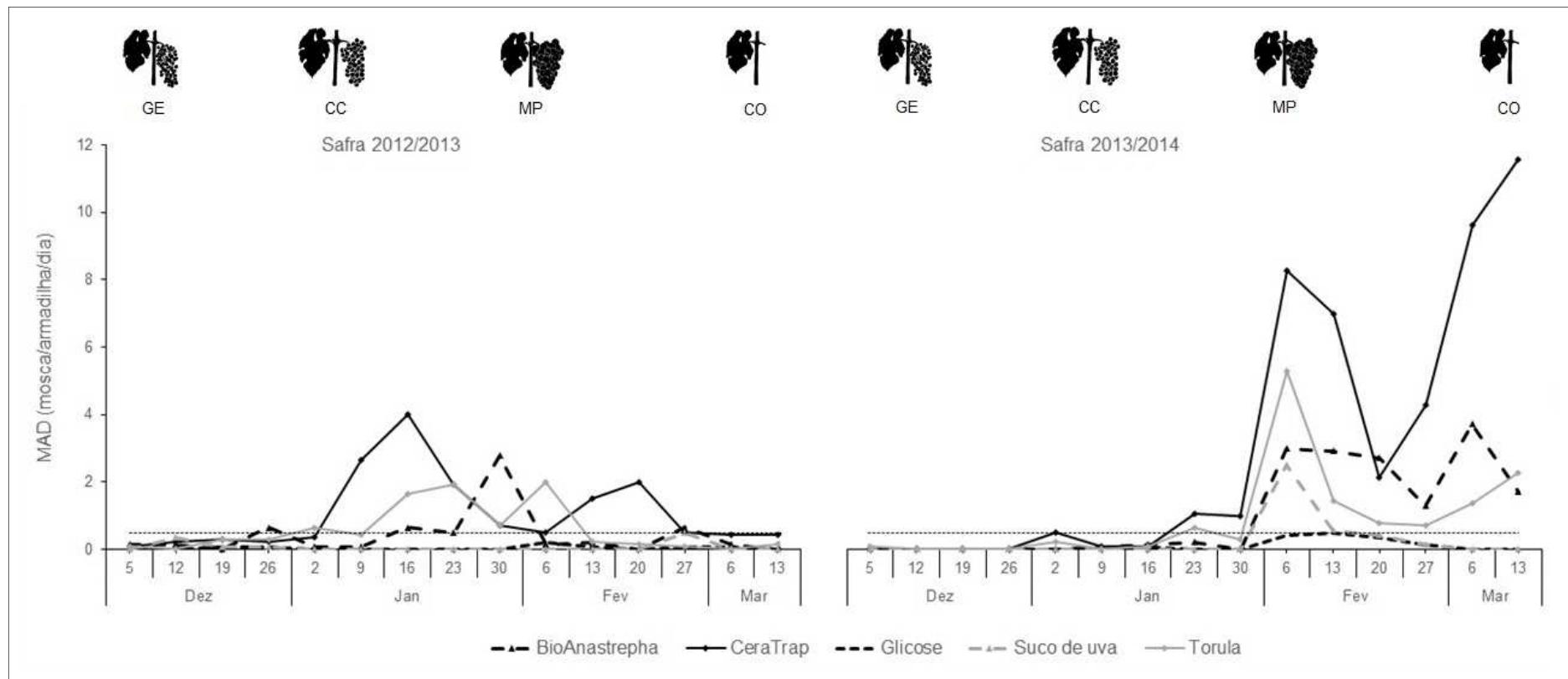


Figura 5. Número médio de *Anastrepha fraterculus* (machos e fêmeas) capturados por dia (MAD) em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A2) de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.

Legenda: Estadios fenológicos da cultura: grão ervilha (GE); compactação do cacho (CC); maturação plena (MP) e colheita (CO) [Adaptado de Eichhorn e Lorenz (1984)]. Linha pontilhada indica o índice MAD igual a 0,5.

3.3.1.3 Artrópodes não alvo capturados nas armadilhas

Considerando todas as armadilhas durante as duas safras foram capturados 21.619 indivíduos pertencentes às Ordens: Diptera (18.944 indivíduos; 87,6% do total de capturas), Hymenoptera (1.153; 5,3%), Lepidoptera (937; 4,3%), Coleoptera (372; 1,7%), Neuroptera (118; 0,5%), Blattodea (87; 0,4%) e Araneae (8; 0,04%).

A Ordem Diptera apresentou o maior número de insetos capturados (tab. 2). Na área A1, armadilhas iscadas com BioAnastrepha apresentaram predomínio de indivíduos da Superfamília Muscoidea (Fanniidae e Muscidae), diferindo significativamente ($F=5,95$; $gl=4$; $p<0,001$) dos demais atrativos, exceto a Torula® (tab.2). Na área A2, as médias semanais de dípteros capturados em armadilhas iscadas com BioAnastrepha, diferiu apenas de armadilhas com glicose ($F=4,69$; $gl=4$; $p<0,001$) (tab. 3).

Nas duas áreas, glicose e suco de uva capturaram maior número de indivíduos das Ordens Coleoptera e Lepidoptera, diferindo dos demais atrativos. A maior captura para a Ordem Lepidoptera ocorreu em armadilhas iscadas com suco de uva (Fig. 4), fato já relatado por Kovaleski e Ribeiro (2003) e Bortoli (2014). O suco de uva também promoveu as maiores capturas para a Ordem Hymenoptera em A1 e A2, respectivamente. Nas duas áreas, não houve diferença significativa entre as médias de captura de indivíduos das Ordens Araneae e Neuroptera para os atrativos avaliados.

Tabela 2. Número médio (\pm desvio padrão) de artrópodes capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A1) de uva fina (*Vitis vinifera* L.) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.

Ordens	BioAnastrepha	CeraTrap®	Glicose	Suco de Uva	Torula®
Araneae	¹ 0,00±0,00 Ba	0,00±0,01 Ba	0,00±0,00 Ca	0,00±0,00 Ba	0,01±0,02 Ba
Blattodea	0,00±0,01 Ba	0,00±0,00 Ba	0,00±0,01 Ca	0,01±0,04 Ba	0,00±0,00 Ba
Coleoptera	0,02±0,03 Bb	0,00±0,02 Bb	0,13±0,14 BCa	0,06±0,06 Bab	0,00±0,01 Bb
Diptera	8,97±11,08 Aa	1,79±1,81 Ab	2,04±3,43 Ab	0,98±0,64 Ab	5,03±6,90 Aab
Hymenoptera	0,21±0,21 Bab	0,15±0,16 Bb	0,26±0,21 Bab	0,42±0,48 Ba	0,13±0,24 Bb
Lepidoptera	0,16±0,13 Bb	0,06±0,08 Bb	0,52±0,43 Ba	0,43±0,25 Ba	0,08±0,09 Bb
Neuroptera	0,01±0,03 Ba	0,00±0,01 Ba	0,01±0,02 Ca	0,11±0,07 Ba	0,00±0,01 Ba

¹ Valores referentes às capturas ao longo das safras 2012/2013 e 2013/2014.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Número médio (\pm desvio padrão) de artrópodes capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A2) de uva fina (*Vitis vinifera* L.) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.

Ordens	BioAnastrepha	CeraTrap®	Glicose	Suco de Uva	Torula®
Araneae	¹ 0,00 \pm 0,01 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba
Blattodea	0,02 \pm 0,06 Bab	0,03 \pm 0,07 Bab	0,03 \pm 0,04 Bab	0,10 \pm 0,19 Ba	0,00 \pm 0,01 Bb
Coleoptera	0,04 \pm 0,08 Bb	0,01 \pm 0,02 Bb	0,08 \pm 0,09 Bb	0,51 \pm 0,56 Ba	0,03 \pm 0,04 Bb
Diptera	7,88 \pm 8,07 Aa	5,15 \pm 3,90 Aab	1,91 \pm 3,01 Ab	4,92 \pm 6,98 Aab	6,43 \pm 7,16 Aa
Hymenoptera	0,06 \pm 0,07 Bb	0,32 \pm 0,64 Bab	0,35 \pm 0,31 Bab	0,80 \pm 1,18 Ba	0,05 \pm 0,04 Bb
Lepidoptera	0,15 \pm 0,18 Bbc	0,07 \pm 0,08 Bc	0,26 \pm 0,18 Bab	0,40 \pm 0,37 Ba	0,08 \pm 0,07 Bc
Neuroptera	0,03 \pm 0,03 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba	0,05 \pm 0,08 Ba	0,03 \pm 0,03 Ba	0,03 \pm 0,04 Ba

¹ Valores referentes às capturas ao longo das safras 2012/2013 e 2013/2014.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

3.3.1.4 Insetos polinizadores, não alvo e inimigos naturais

Incluídos na Classe Insecta, além dos 179 indivíduos pertencentes à Formicidae (Hymenoptera), foram coletados 992 inimigos naturais e insetos polinizadores pertencentes a quatro Ordens. A Ordem Hymenoptera foi representada por Vespidae (527 indivíduos) e Apidae (343), com 328 indivíduos pertencentes à *Apis mellifera* L. (Subfamília Apinae) e 15 ao gênero *Trigona* spp. (Subfamília Meliponinae). Dentro da Ordem Neuroptera foram capturados 122 indivíduos pertencentes à Chrysopidae (111) e Hemerobiidae (11). Segundo Galli e Rosa (1994), atrativos alimentares de solução açucarada exercem forte atração e afetam negativamente populações de Chrysopidae. Neste estudo, armadilhas iscadas com glicose na área A1 promoveram capturas médias diárias de $0,12 \pm 0,07$ indivíduos da Família Chrysopidae (tab. 4), diferindo significativamente dos demais atrativos avaliados ($F=25,31$; $gl=4$; $p<0,001$), comportamento não observado em A2 ($F=2,09$; $gl=4$; $p>0,05$).

Vespas sociais e abelhas foram descritas causando danos e alimentando-se em bagas de videira (NACHTIGAL; SCHNEIDER, 2007; OLIVEIRA, 2014; BOTTON; ARIOLI; MACHOTA JR., 2015). Na área A1, as maiores médias de captura de Vespidae foram observadas em armadilhas iscadas com glicose, diferindo significativamente ($F=3,13$; $gl=4$; $p<0,05$) de CeraTrap® e Torula®. Não houve diferença significativa entre os atrativos nas capturas de Apidae. Também não foram observadas diferenças significativas nas capturas de Formicidae, tanto na área A1 ($F=1,36$; $gl=4$; $p>0,05$) quanto em A2 ($F=2,34$; $gl=4$; $p>0,05$). Assim como em A1, na área A2 as maiores capturas de Vespidae foram observadas em armadilhas iscadas com glicose (tab. 5), diferindo significativamente ($F=4,74$; $gl=4$; $p<0,01$) das proteínas hidrolisadas CeraTrap® e BioAnastrepha. As maiores capturas de Apidae foram observadas em armadilhas iscadas com suco de uva, diferindo significativamente ($F=6,54$; $gl=4$; $p<0,01$) das proteínas hidrolisadas e Torula®.

Vários autores alertam para a possibilidade de captura de organismos não alvo em razão do emprego de atrativos proteicos e ressaltam a necessidade de medidas para evitar estas capturas (KATSOYANNOS et al., 1999; UCHIDA et al., 2004; UCHIDA et al., 2006; MARTINEZ; SALINAS; RENDON, 2007). No entanto, neste trabalho, os atrativos proteicos foram mais seletivos que compostos com maior teor de açúcares, como glicose e suco de uva. Por ocasião da maturação das bagas

e em condições de escassez de fontes alternativas de alimento, observa-se uma elevação das populações de vespas e abelhas nos vinhedos (HICKEL; SCHUCK, 1995; BOTTON et al., 2005; BOTTON; SORIA; HICKEL, 2014; OLIVEIRA, 2014). Desta forma, a utilização de atrativos mais seletivos às abelhas é interessante, evitando a captura indesejável destes insetos nas armadilhas de monitoramento.

Em A1, o atrativo alimentar glicose capturou um número significativamente maior ($F=25,31$; $gl=4$; $p<0,001$) de insetos pertencentes à família Chrysopidae em comparação aos demais atrativos avaliados. Este resultado corrobora os resultados de Bortoli (2014) e Hafsi et al. (2015), que relatam a seletividade de CeraTrap® à organismos não alvo, especialmente crisopídeos, em pomar de citros. No entanto, difere dos resultados de Lasa, Ortega e Rull (2013) e Lasa e Cruz (2014), nos quais a proteína hidrolisada CeraTrap® promoveu uma captura de crisopídeos significativamente superior aos atrativos Biolure® (acetato de amônio + putrescina – Suterra LLC, Bend, Oregon, EUA) e proteína hidrolisada Captor® (Promotora Agropecuaria Universal, Cidade do México, México) em áreas de pomelo (*Citrus paradise* Macfad., Rutaceae) e mangueira (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae).

Um número reduzido de capturas de insetos não alvo, em especial Apidae, foi observado neste estudo, demonstrando benefícios adicionais do emprego das proteínas hidrolisadas e da levedura Torula® frente ao suco de uva. Além do maior teor de açúcar dos atrativos suco de uva e glicose, em hipótese, o pH alcalino da Torula® diminui as capturas de insetos não alvo (HEATH et al., 2009; LEBLANC; VARGAS; RUBINOFF, 2010). Além disso, Navarro-Llopis, Primo e Vacas (2014) sugerem que o uso de atrativos alimentares sintéticos dificulta a produção de compostos secundários oriundos de fermentações não controladas, reduzindo as capturas de organismos não alvo.

Em razão da recomendação técnica de uso do atrativo Ceratrap® sem diluição (BIOIBÉRICA, 2015), a principal desvantagem é o custo de aquisição¹ para o monitoramento (US\$8,00 a 9,00/L). Neste estudo, com reposição do atrativo a cada seis semanas, o custo semanal variou entre US\$0,67 a 0,75 por armadilha. Cumpre ressaltar que o atrativo suco de uva a 25%, anteriormente citado como opção de baixo custo para o monitoramento de *A. fraterculus* (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; SCOZ et al., 2006), em tese, manterá esta vantagem apenas se elaborado na propriedade rural.

¹ Conversão do dia (11/08/2015) – Banco Central do Brasil: US\$1,00 = R\$3,50.

Devido à crescente valorização do suco de uva integral no mercado nacional (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011; MELLO, 2013), atualmente este atrativo possui um custo semanal de US\$0,50 por armadilha, sendo superior aos apresentados pela *Torula*® (US\$0,44), glicose invertida a 10% (US\$0,35) e proteína hidrolisada BioAnastrepha a 5% (US\$0,26).

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a atratividade das proteínas hidrolisadas (BioAnastrepha e CeraTrap®) e da levedura *Torula*® à adultos de moscas-das-frutas e a seletividade destes atrativos à insetos polinizadores e inimigos naturais. Durante as avaliações, a proteína hidrolisada CeraTrap® manteve-se estável em uma solução de aspecto branco-creme, sem a proliferação de micélio fúngico, sugerindo a presença de conservantes na composição (LASA et al., 2014b). Nessas condições, os insetos imersos na solução atrativa mantiveram-se intactos facilitando a verificação e contagem das capturas.

Tabela 4. Número médio (\pm desvio padrão) de insetos polinizadores e inimigos naturais capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com cinco diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A1) de uva fina (*Vitis vinifera L.*) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.

Ordens / Famílias	BioAnastrepha	CeraTrap®	Glicose	Suco de Uva	Torula®
Hymenoptera					
Apidae	10,01 \pm 0,02 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba	0,02 \pm 0,03 Ba	0,05 \pm 0,06 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba
Formicidae	0,01 \pm 0,03 Ba	0,01 \pm 0,03 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba	0,01 \pm 0,02 Ba
Vespidae	0,19 \pm 0,21 Aab	0,14 \pm 0,16 Ab	0,39 \pm 0,48Aa	0,22 \pm 0,21 Aab	0,12 \pm 0,24 Ab
Neuroptera					
Chrysopidae	0,00 \pm 0,00 Bb	0,00 \pm 0,01 Bb	0,12 \pm 0,07 Ba	0,01 \pm 0,02 Bb	0,00 \pm 0,01 Bb
Hemerobiidae	0,01 \pm 0,03 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba	0,00 \pm 0,00 Ba	0,00 \pm 0,01 Ba

¹ Valores referentes às capturas ao longo das safras 2012/2013 e 2013/2014.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Número médio (\pm desvio padrão) de insetos polinizadores e inimigos naturais capturados por dia em armadilhas McPhail iscadas com cinco diferentes atrativos alimentares, no período de dezembro a março, em vinhedo (A2) de uva fina (*Vitis vinifera L.*) da cv. 'Moscato' no município de Pinto Bandeira, RS.

Ordens / Famílias	BioAnastrepha	CeraTrap®	Glicose	Suco de Uva	Torula®
Hymenoptera					
Apidae	¹ 0,00±0,01 Ab	0,01±0,02 Bb	0,20±0,24 Aab	0,51±0,76 Aa	0,01±0,02 Ab
Formicidae	0,03±0,07 Aa	0,28±0,65 Aa	0,04±0,08 Ba	0,04±0,09 Ba	0,01±0,03 Aa
Vespidae	0,02±0,03 Aab	0,00±0,01 Bb	0,09±0,08 ABa	0,06±0,08 Bab	0,03±0,03 Ab
Neuroptera					
Chrysopidae	0,02±0,02 Aa	0,00±0,01 Ba	0,05±0,08 Ba	0,03±0,03 Ba	0,03±0,04 Aa
Hemerobiidae	0,01±0,02 Aa	0,00±0,00 Ba	0,00±0,01 Ba	0,00±0,00 Ba	0,00±0,01 Aa

¹ Valores referentes às capturas ao longo das safras 2012/2013 e 2013/2014.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.3.2 Flutuação populacional de *A. fraterculus* na cultura da videira

Através do agrupamento das capturas obtidas nos cinco atrativos alimentares avaliados foi registrada *A. fraterculus* durante todo o período de estudo (Figs. 6 e 7), havendo uma antecipação dos picos populacionais de *A. fraterculus* na safra 2012/2013 em relação à safra 2013/2014 (Fig. 7). O maior nível populacional de *A. fraterculus* foi registrado na A2 nas duas safras. Com base na informação de que a temperatura média no período entre os meses de junho a novembro de 2012 foi 3,0°C mais alta em relação ao mesmo período de 2013 (INMET, 2015), parte do aumento precoce das infestações de *A. fraterculus* pode estar associado ao aumento da temperatura média na Região ocorrido nesse período.

Vários autores relatam o aumento da temperatura média como um fator de incremento populacional da espécie (LORENZATO; CHOUENE, 1985; MACHADO; SALLES; LOECK, 1995; RAGA et al., 1996; GARCIA; CORSEUIL, 1999; SALLES, 2000; TAUFER et al., 2000; GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003b; FORMOLO et al., 2011). Esta condição propiciou, em hipótese, o aumento das infestações em cultivares de pêssegoiro [*Prunus persicæ* (L.) Batsch] de ciclo precoce ('Chimarrita', por exemplo), com colheita em meados de novembro, onde a pressão populacional da mosca-das-frutas normalmente é baixa (BOTTON; HICKEL; SORIA, 2003; NAVA; BOTTON, 2010). Desta forma, as populações de moscas-das-frutas já se encontravam altas no início do período de maturação dos frutos de videira no mês de janeiro. Na safra 2013/2014, a intensificação dos picos de captura de *A. fraterculus* no cultivo da videira ocorreu de modo tardio com a proximidade da colheita.

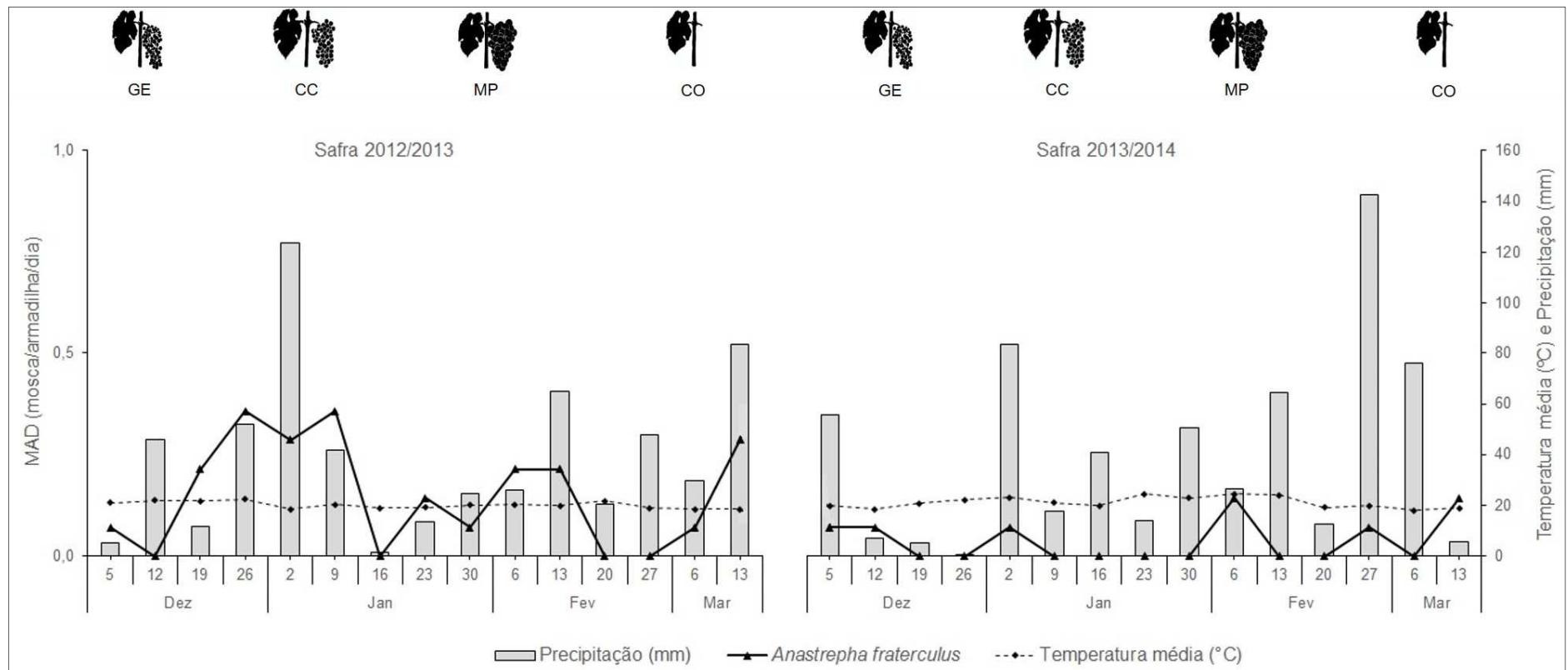


Figura 6. Flutuação populacional de adultos (machos e fêmeas) de *Anastrepha fraterculus* capturados em armadilha McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A1) de uva fina de mesa da cv. 'Moscato' no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.

Legenda: ¹Valores obtidos pela soma das capturas nas armadilhas iscadas em cada um dos cinco atrativos alimentares avaliados. Estadios fenológicos da cultura: grão ervilha (GE); compactação do cacho (CC); maturação plena (MP) e colheita (CO) [Adaptado de Eichhorn e Lorenz (1984)].

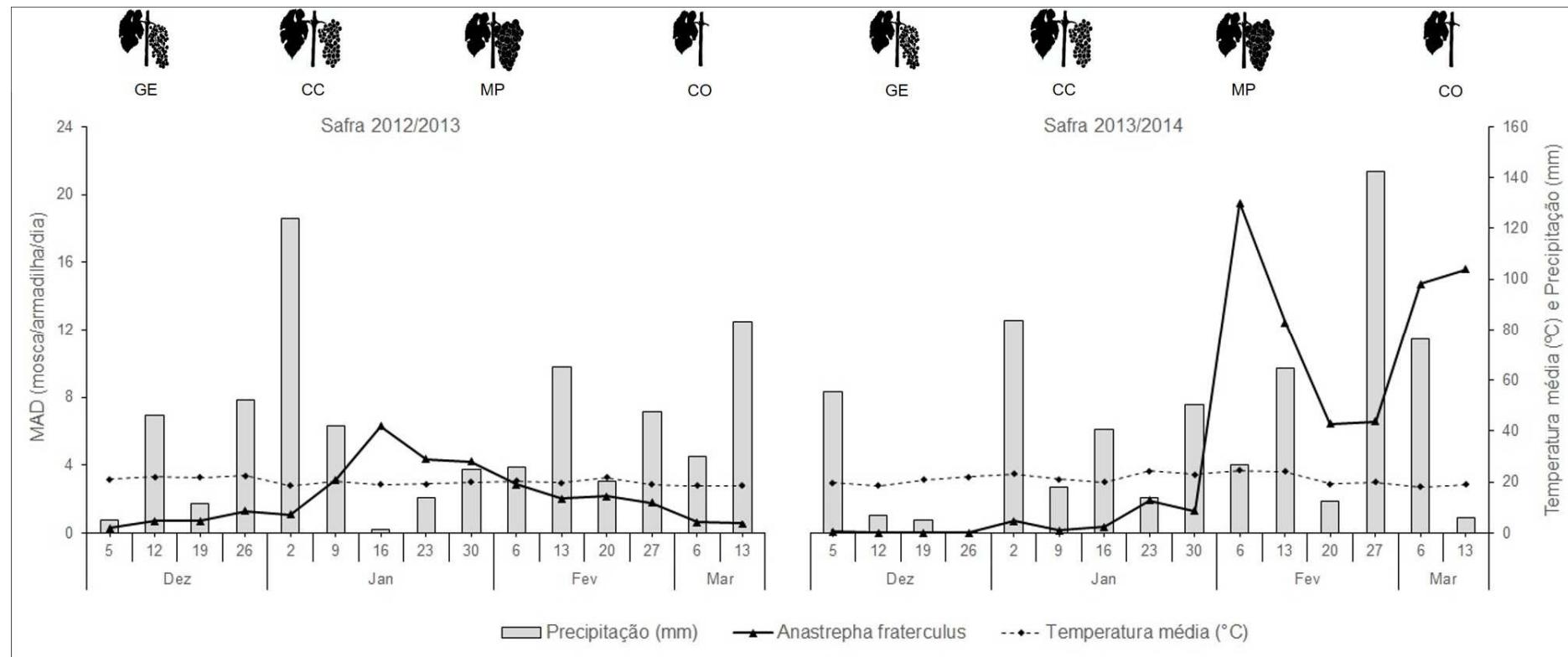


Figura 7. Flutuação populacional de adultos (machos e fêmeas) de *Anastrepha fraterculus* capturados¹ em armadilha McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares em vinhedo (A2) de uva fina de mesa da cv. 'Moscato' no período de dezembro a março durante as safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.

Legenda: ¹Valores obtidos pela soma das capturas nas armadilhas iscadas em cada um dos cinco atrativos alimentares avaliados. Estadios fenológicos da cultura: grão ervilha (GE); compactação do cacho (CC); maturação plena (MP) e colheita (CO) [Adaptado de Eichhorn e Lorenz (1984)].

As variações dos níveis populacionais de moscas-das-frutas podem ser influenciadas pela disponibilidade de hospedeiros e a fatores climáticos (SALLES, 1995; CANESIN; UCHÔA-FERNANDES, 2007; ALBERTI; BOGUS; GARCIA, 2012). Neste estudo, no entanto, não foi constatada a presença de hospedeiros alternativos próximos às duas áreas de cultivo e não foram observadas correlações significativas entre os fatores climáticos avaliados na semana anterior (precipitação pluviométrica, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento) e as capturas de *A. fraterculus* ao longo das safras (tab. 6).

Tabela 6. Correlação entre fatores climáticos e capturas de *Anastrepha fraterculus* em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares, durante o período de dezembro a março nas safras 2012/2013 e 2013/2014. Pinto Bandeira, RS.

Fatores climáticos ¹	Áreas	<i>Anastrepha fraterculus</i>			
		Safra 2012/2013		Safra 2013/2014	
		r	p	r	p
Precipitação pluviométrica (mm)	A1	0,51 ^{ns}	0,053	0,08	0,784
	A2	-0,40	0,135	0,14	0,626
Temperatura do ar (°C)	A1	0,33	0,906	-0,36	0,897
	A2	-0,24	0,388	0,05	0,870
Umidade relativa do ar (%)	A1	0,35	0,198	0,27	0,322
	A2	-0,38	0,165	0,01	0,964
Velocidade do vento (m/s)	A1	0,23	0,418	0,39	0,143
	A2	-0,38	0,163	-0,06	0,826

Legenda: ¹Dados obtidos na semana anterior à cada avaliação. ^{ns} Correlação não significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. r= coeficiente de correlação de Pearson; p= probabilidade.

A ausência de correlação significativa entre os fatores climáticos e capturas de *A. fraterculus* corrobora estudos de Garcia e Lara (2006) em pomar de citros no município de Dionísio Cerqueira, SC. Em hipótese, esta ausência é resultado do baixo número de insetos coletados ao longo das avaliações, havendo ainda a possibilidade da influência de outros fatores, como a presença de hospedeiros alternativos (GARCIA; CORSEUIL, 2004; GARCIA; NORRBOM, 2011; PEREIRA-RÊGO et al., 2013), não identificados neste estudo.

A busca de atrativos mais eficientes é fundamental para o aperfeiçoamento de sistemas de monitoramento e técnicas de controle de moscas-das-frutas, como sistemas “atrai e mata” (estações isca e captura massal, por exemplo), possibilitando a redução na densidade de armadilhas no campo (NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014;

RAGA; VIEIRA, 2015). Os resultados deste estudo sugerem que, a eficiência na captura de *A. fraterculus* bem como a seletividade à insetos polinizadores e inimigos naturais, tornam a proteína hidrolisada CeraTrap® uma alternativa viável para o monitoramento da espécie na cultura da videira.

3.4 Conclusões

A proteína hidrolisada CeraTrap® é mais eficaz que os atrativos Torula® e BioAnastrepha para o monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da videira.

Anastrepha fraterculus é a espécie de mosca-das-frutas predominante em vinhedos de uva fina da cv. 'Moscato' do município de Pinto Bandeira, RS.

A dinâmica populacional de *A. fraterculus* na cultura da videira não é afetada pelas variáveis climáticas precipitação pluviométrica, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

As proteínas hidrolisadas CeraTrap® e BioAnastrepha e a levedura Torula® são mais seletivas à *Apis mellifera* L. que o suco de uva e glicose invertida.

4 Capítulo II – Bases técnicas para a captura massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) com ênfase na cultura da videira

4.1 Introdução

Nos últimos anos, na Região da Serra Gaúcha, RS – tradicional polo produtor de uvas para processamento do Brasil (IBGE, 2014) – tem ocorrido um aumento significativo no cultivo de uvas finas (*Vitis vinifera L.*) de mesa, sob cultivo protegido (MOTA et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2007; CHAVARRIA; SANTOS, 2009; WEBER et al., 2009), com destaque para a cultivar ‘Itália’ (FORMOLO et al., 2011).

Nesse sistema de produção altamente tecnificado (NACHTIGAL et al., 2010), são utilizadas coberturas plásticas que, entre outros benefícios, limitam a presença de água livre na superfície das folhas (GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993), possibilitando reduções nas aplicações de fungicidas (CHAVARRIA et al., 2007). No entanto, em relação ao manejo de insetos-praga, existem diferentes espécies que causam danos aos frutos e reforçam a necessidade de adoção de medidas de controle (FORMOLO et al., 2011). Uma das principais espécies-praga que danificam as uvas finas de mesa é a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied, 1830) (Diptera: Tephritidae), responsável por danos significativos na cultura (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; FORMOLO et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013a), sendo estes mais evidentes em cultivares de polpa branca (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2011).

De maneira geral, utilizando o manejo por calendário, os viticultores realizam duas a três aplicações de inseticidas organofosforados em cobertura durante a safra para o manejo da espécie (FORMOLO et al., 2011). Essa prática de manejo, no entanto, está se tornando inviável, principalmente, pela retirada da fentiona do mercado brasileiro na safra 2010/2011 e pela demanda crescente da produção de

frutas sem resíduos de agrotóxicos (FORMOLO et al., 2011). Além disso, sob cultivo protegido, os agrotóxicos empregados apresentam período residual superior ao cultivo convencional, o que torna urgente o desenvolvimento de alternativas às pulverizações em cobertura (CHAVARRIA et al., 2007; CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Uma das estratégias alternativas à aplicação de inseticidas no controle de moscas-das-frutas é a captura massal, técnica que consiste no emprego de uma alta densidade de armadilhas iscadas com atrativo capaz de atrair e matar as moscas-das-frutas em determinado cultivo (EL-SAYED et al., 2006; LASA et al., 2014a,b).

A captura massal foi a primeira técnica utilizada para redução de populações da mosca-do-Mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae) (JONES, 1998). Os primeiros trabalhos foram realizados na Espanha entre os anos de 1923 e 1925, utilizando como atrativo polpa de frutas e/ou melaço (GÓMEZ-CLEMENTE, 1929), prática posteriormente recomendada no Brasil na década de 1980 (LORENZATO, 1984). No entanto, devido à ausência de atrativos eficazes e estáveis, além da facilidade de controle com o emprego de inseticidas organofosforados (SALLES; KOVALESKI, 1990a; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003; SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; NAVA; BOTTON, 2010), a prática caiu em desuso.

Com a introdução da proteína hidrolisada de origem animal CeraTrap® (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha) no mercado brasileiro, o interesse pela técnica foi retomado (MACHOTA JR. et al., 2013b; BOTTON et al., 2014). O atrativo tem sido utilizado em outros países no manejo de tefritídeos incluindo *C. capitata* no Marrocos, Itália, Espanha e Tunísia (LLORENS et al., 2008; JEMÂA et al., 2010; SELAMI et al., 2011; HAFSI et al., 2015), *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) na Espanha e em Israel (SIERRAS et al., 2012), além de *Anastrepha striata* Schiner, 1868 e *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) no México (SANTOS-RAMOS et al., 2011,2012; LASA: ORTEGA; RULL, 2013; LASA et al., 2014a,b; RUIZ; JIMÉNEZ, 2015). No caso de *A. fraterculus*, no entanto, não existem informações sobre o potencial emprego desta tecnologia no manejo da espécie.

A implementação da técnica de captura massal como ferramenta para a supressão populacional de mosca-das-frutas depende da eficácia do atrativo e do tipo de armadilha utilizado (LASA et al., 2014b; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014). A proteína hidrolisada CeraTrap® foi eficaz para a captura de *A. fraterculus* na cultura da videira em armadilhas de monitoramento do tipo McPhail (Capítulo I). No entanto, devido a necessidade de elevada densidade de armadilhas por área, é

fundamental a disponibilização de novos modelos de armadilha que, além de eficientes, sejam de baixo custo e de fácil manutenção (NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2013, 2014).

Dentre os vários modelos de armadilhas que utilizam atrativos líquidos destacam-se os modelos Bioibérica e CeraTrap® System trap, comercializadas em conjunto com a proteína hidrolisada na Espanha, além da armadilha Maxitrap UV XL (Probodelt, Amposta, Espanha). Lucas-Espadas e Hermosilla-Cerón (2008b,c) e Navarro-Llopis, Primo e Vacas (2014) classificam a armadilha Maxitrap UV XL como uma das mais eficientes para a captura massal por se tratar de um modelo com entradas de sentido único, apresentando pequenos cones plásticos nas entradas laterais que dificultam o escape das moscas. Além disso, armadilhas alternativas confeccionados a partir de frascos de soro e/ou garrafas plásticas, antes recomendadas para o monitoramento (VELOSO et al., 1994; SALLÉS, 1995; SCOZ et al., 2006), estão sendo utilizadas para captura massal (LASA et al., 2014a).

Nesse trabalho, foram avaliados modelos de armadilhas alternativas a McPhail iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap®, visando o emprego da técnica da captura massal para a supressão populacional de *A. fraterculus* na cultura da videira

4.2 Material e métodos

4.2.1 Avaliação de modelos de armadilhas

4.2.1.1 Eficiência de retenção de mosca-das-frutas em armadilhas em laboratório

O experimento para avaliação da retenção de moscas-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* em diferentes modelos de armadilhas foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, adotando a metodologia adaptada de Lasa et al. (2014a). As moscas foram obtidas a partir de pupários da criação mantida utilizando frutos maduros de mangueira *Mangifera indica* L. (temperatura $24\pm2^{\circ}\text{C}$; UR $70\pm10\%$). Os adultos foram alimentados com dieta sólida contendo gérmen de trigo, extrato de soja e açúcar mascavo (na proporção 3:1:1) (MACHOTA JR. et al., 2010).

Os modelos de armadilhas avaliados foram: a) Maxitrap UV XL de 700mL, (Probodelt, Amposta, Espanha) – MT; b) Bioibérica trap de 500mL (Bioibérica S.A.,

Barcelona, Espanha) – BT; c) CeraTrap System[®] trap de 1500mL (Biolbérica S.A.) – CS; d) garrafa PET transparente de 2000mL – PT (feito à mão); e) garrafa PET de coloração verde de 2000mL – PV (feito à mão); f) garrafa PET transparente de 2000mL, com metade inferior de coloração amarela – MA (feito à mão) e g) armadilha plástica modelo McPhail (Isca Tecnologias Ltda., Ijuí, Brasil) – MP (Fig. 8).

A armadilha MT possui três orifícios que, individualmente, contem um cone plástico transparente com base de 21mm e ápice de 11mm de diâmetro, posicionado internamente com o objetivo de reduzir o escape dos insetos capturados. Além disso, a armadilha MT possui um funil plástico invertido na porção inferior da armadilha (amarela) com orifício de 25mm de diâmetro. A armadilha BT é composta por quatro orifícios de 10mm de diâmetro dispostos equidistantemente na porção mediana da armadilha (transparente) e quatro orifícios de 6mm de diâmetro no centro de um funil plástico invertido na porção inferior da armadilha. Os modelos CS e PET de 2000mL (PT, PV e MA) apresentam quatro orifícios de 5 e 7mm de diâmetro, respectivamente, dispostos equidistantemente na porção mediana das armadilhas (SCOZ et al., 2006; MACHOTA JR. et al., 2013b). A armadilha plástica modelo McPhail (Isca Tecnologias Ltda.) foi empregada como modelo padrão de comparação.

As armadilhas foram iscadas com 350mL de proteína hidrolisada CeraTrap[®] sem diluição (BIOIBÉRICA, 2015), posicionadas individualmente no interior de uma gaiola plástica (41 x 30 x 30cm) (Fig. 9). Cinco casais adultos da moscas-das-frutas sul-americana com 12-15 dias de idade foram liberados no interior de gaiolas plásticas contendo um dos modelos descritos com auxílio de um aspirador bucal. Durante 30 minutos, foi avaliado o número e o sexo dos insetos que entraram na armadilha, ficaram retidos ou capturados e que escaparam do interior da armadilha. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

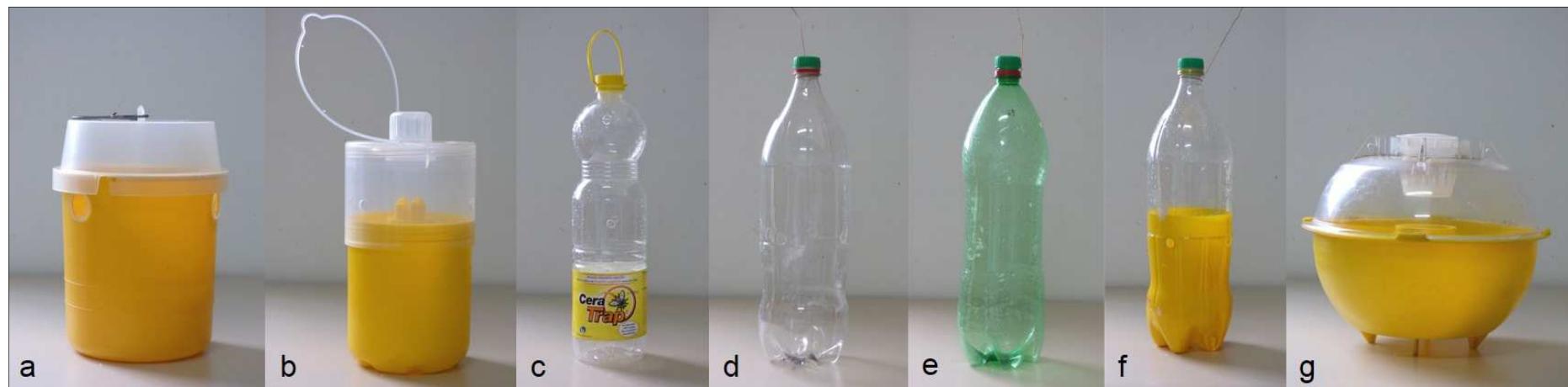


Figura 8. Modelos de armadilhas avaliados para a captura de *Anastrepha fraterculus*: a) Maxitrap UV XL (MT); b) Bioibérica trap (BT); c) CeraTrap System® trap (CS); d) garrafa PET transparente (PT); e) garrafa PET verde (PV); f) garrafa PET com metade inferior amarela (MA) e g) armadilha plástica modelo McPhail (MP).

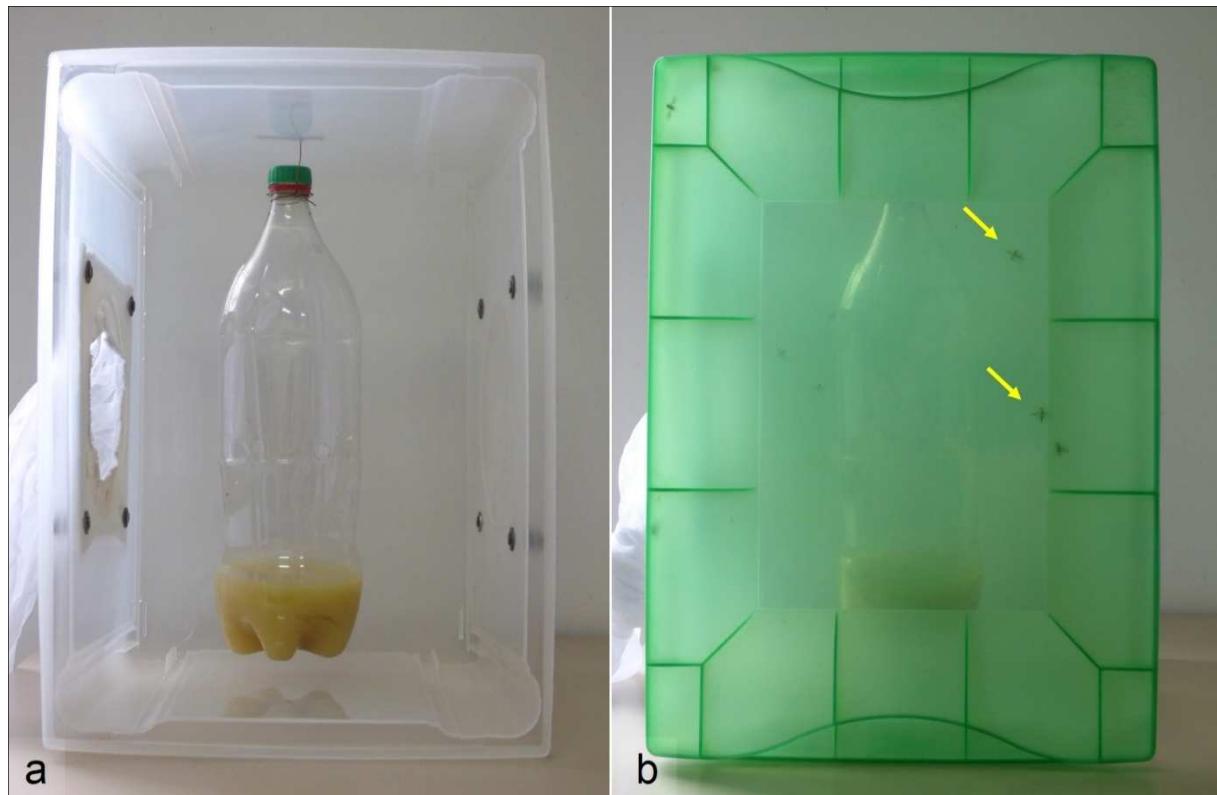


Figura 9. Gaiola plástica contendo no interior: a) garrafa PET transparente de 2000mL iscada com hidrolisada CeraTrap®; b) machos e fêmeas de *Anastrepha fraterculus* liberados no interior da gaiola plástica indicados pelas flechas amarelas.

4.2.1.2 Avaliação das armadilhas para a captura de *Anastrepha fraterculus* em vinhedos comerciais

O estudo foi conduzido em dois vinhedos de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera* L.) localizados na Linha Jansen, município de Farroupilha, RS, entre os meses de fevereiro e março de 2013. Os dois vinhedos possuíam áreas de 1,18 (29°08'41"S; 51°22'23"O; altitude 563m) e 0,58ha (29°08'25"S; 51°22'41"O; altitude 623m), distanciados 600m entre si (Fig. 10).

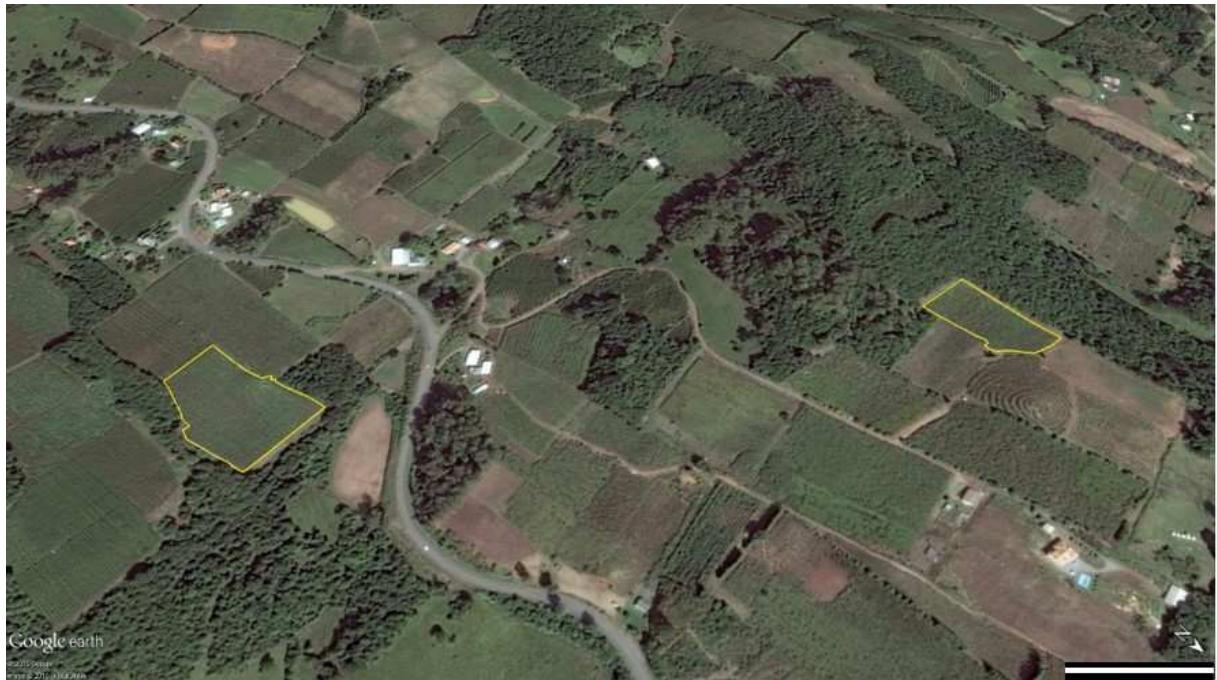


Figura 10. Vinhedos de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) delimitados pela linha amarela onde foram realizadas as avaliações das armadilhas na captura de adultos de moscas-das-frutas. Linha Jansen, Farroupilha, RS. Safra 2012/2013. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.

As armadilhas (Fig. 8) foram distribuídas nas bordas dos vinhedos (Fig. 10) a 1,7m de altura, sem exposição direta ao sol (ALUJA et al., 1989; NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000), distanciadas 12m entre si (Fig. 11), contendo um volume inicial de 350mL do atrativo CeraTrap®, sem diluição. O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

As avaliações e o rotacionamento das armadilhas entre si no interior de cada bloco foram realizadas semanalmente, durante as seis semanas de condução do experimento. Em cada avaliação, as moscas-das-frutas capturadas foram contadas e identificadas (ZUCCHI, 2000), quantificando e registrando o volume do atrativo evaporado com auxílio de uma proveta.



Figura 11. Distribuição das armadilhas iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® na borda de um vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*). Linha Jansen, Farroupilha, RS. Safra 2012/2013.

Legenda: setas indicam o posicionamento das duas primeiras armadilhas ao longo da fileira.

4.2.1.3 Definição do tamanho e do número de orifícios da armadilha

O experimento de avaliação da eficiência de armadilhas na captura de *A. fraterculus* foi realizado em um vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*), com área de 1,1ha (29°02'49"S; 51°28'08"O; altitude 605m), localizado no município de Pinto Bandeira, RS (Fig. 12).

Foram utilizadas armadilhas confeccionadas a partir de garrafas PET transparente, com capacidade para 600 e 2000mL, com variações de dois e quatro orifícios circulares de 7mm de diâmetro. As armadilhas foram iscadas com 250mL de proteína hidrolisada CeraTrap® sem diluição, mantendo a mesma altura entre os orifícios e o nível inicial do líquido no interior das armadilhas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.



Figura 12. Área do experimento delimitada pela linha amarela e localizada em vinhedo de uva fina da cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera L.*) no município de Pinto Bandeira, RS. Safra 2013/2014. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.

Não houve troca e/ou reposição da proteína hidrolisada CeraTrap® durante as cinco semanas de condução do experimento. As avaliações foram realizadas semanalmente com registro e identificação (ZUCCHI, 2000) do número de moscas-das-frutas capturadas e realização do rotacionamento das armadilhas em sentido horário.

4.2.1.4 Evaporação do atrativo na presença e ausência de cobertura plástica

O experimento de avaliação da eficiência de armadilhas na manutenção e/ou retenção do atrativo líquido em seu interior foi realizado em um parreiral de uva fina de mesa da cv. 'Itália' (29°05'48"S; 51°36'10"O; altitude 284m), dividido em duas áreas contíguas de 0,05 e 0,1ha, com e sem a utilização de cobertura plástica, localizados no Distrito de Faria Lemos, município de Bento Gonçalves, RS (Fig. 13).

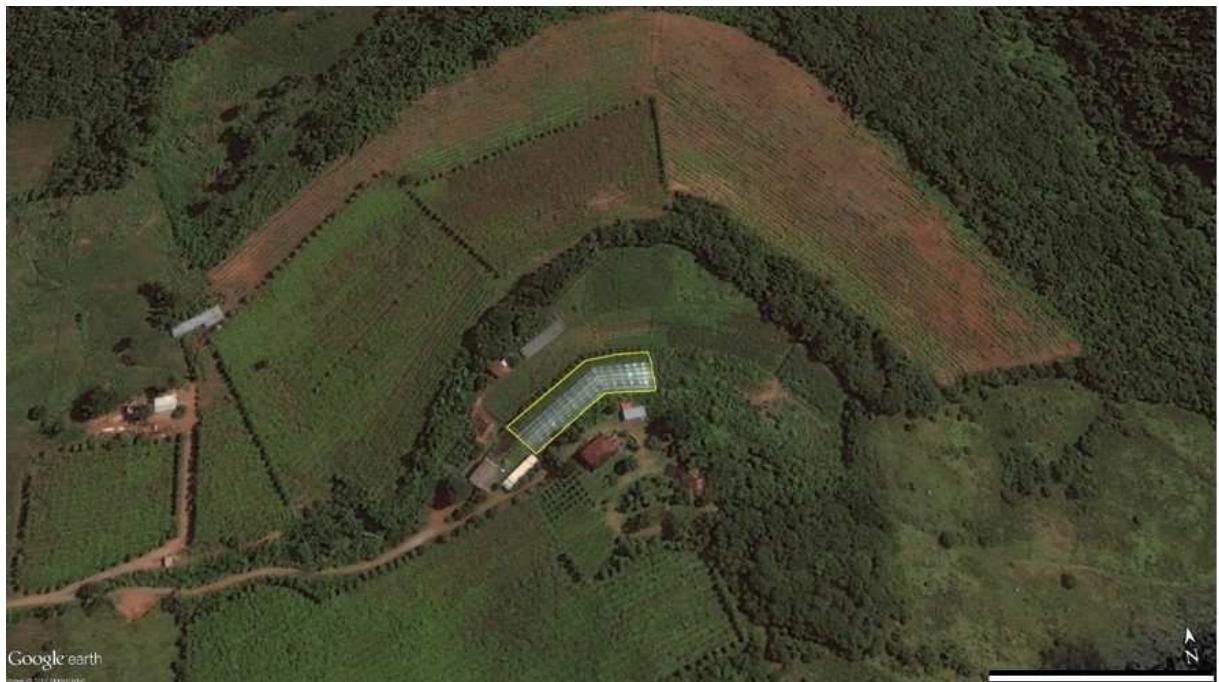


Figura 13. Parreiral de uva fina de mesa da cv. 'Itália' delimitado pela linha amarela com e sem cultivo protegido localizado no Distrito de Faria Lemos, município de Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.

O parreiral foi implantado em 2010, no espaçamento de 0,9 x 3,0m (linhas e entrelinhas) e densidade média de 3.700 plantas por ha. O sistema de condução adotado foi em forma de "Y", mantido sob cultivo protegido utilizando lonas plásticas trançadas de polipropileno de baixa densidade (160 μ m de espessura), transparentes e impermeabilizadas, com 2,65m de largura. A cobertura plástica permaneceu a uma altura média de 0,9m em relação à posição central do dossel vegetativo, e 0,1m em cada extremidade, formando um "V" invertido sobre o dossel (Fig.14). Em ambas as áreas, com e sem cobertura plástica, foram mantidas três fileiras centrais nas quais as armadilhas foram posicionadas.

As armadilhas utilizadas foram garrafas de polietileno tereftalado (PET) transparente (cristal), com 600 e 2000 mL de capacidade, cada uma contendo variações de dois ou quatro orifícios circulares de 7mm de diâmetro presentes na porção mediana das garrafas. No dia 13 de novembro de 2013, as armadilhas PET foram distribuídas de maneira equidistante a cada 12m, posicionadas dentro ($n=8$) e fora ($n=8$) da cobertura plástica, sendo mantidas duas armadilhas modelo McPhail (Isca Tecnologias Ltda.) como testemunha (padrão). Durante quatro semanas foram

realizadas medições semanais do volume (mL) restante no interior de cada armadilha com auxílio de uma proveta e o rotacionamento das armadilhas entre si.



Figura 14. Cultivo protegido de videira utilizando lonas plásticas trançadas de polipropileno de baixa densidade, transparentes e impermeabilizadas, formando um "V" invertido sobre o dossel. Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014.

4.2.2 Atratividade da proteína hidrolisada CeraTrap® após envelhecimento em condições de campo

Para a condução do trabalho, foram utilizados 600mL da proteína hidrolisada CeraTrap® em armadilhas confeccionadas a partir de garrafas PET de 2000mL com quatro orifícios circulares de 7mm de diâmetro, cobertos com tela plástica (malha de 2mm) para evitar a entrada de insetos. Essas armadilhas foram suspensas em arames galvanizados no interior de um parreiral de uva fina cv. 'Moscato' (*Vitis vinifera* L.) localizado na Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves, RS (latitude 29°09'48"S; longitude 51°31'48"O; altitude 612m), de 19 de dezembro de 2011 a 15 de fevereiro de 2012, com temperatura média diária de 22°C ao longo do período.

Após 60 dias, as armadilhas contendo proteína hidrolisada CeraTrap®, sem diluição expostas às condições de campo por períodos de zero, 7, 14, 21, 30, 40, 50 e 60 dias foram recolhidas realizando a transferência das soluções para novas armadilhas PET de 2000mL contendo quatro orifícios de 7mm de diâmetro, sem presença de tela plástica. No dia da instalação do experimento, foi retirada uma alíquota de 20mL para leitura do pH de cada um dos tratamentos utilizando fita indicadora de pH (Universalindikator pH 0-14, Merck, Darmstadt, Alemanha) e as armadilhas contendo 350mL de solução atrativa foram transportadas para o campo.

O experimento foi conduzido no período de 21 a 28 de fevereiro de 2012, em um pomar orgânico de citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), localizado no município de Pinto Bandeira, RS (latitude 29°01'54"S; longitude 51°30'08"O; altitude 305m) (Fig. 15).



Figura 15. Área de cultivo de citros [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] delimitada pela linha amarela e localizada no município de Pinto Bandeira, RS. Safra 2011/2012. Escala = 100m.

Fonte: Google Earth, 2015.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e oito períodos (tratamentos) espaçados em 12 x 20m, entre armadilhas e blocos, respectivamente. A avaliação foi realizada uma única vez, sete dias após a instalação do experimento, contando-se o número de moscas-das-frutas capturados as quais foram identificadas e sexadas (ZUCCHI, 2000).

4.2.3 Análise estatística

Os dados de captura obtidos foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para normalização quando necessário e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância ($p<0,05$) pelo programa estatístico Sisvar 5.3 (FURTADO, 2011). As médias das medições de evaporação (volumes inicial e final) foram submetidos ao teste t (LSD) de Fisher ($p<0,05$) para comparação dentro dos tratamentos e ao teste de Scott-Knott ($p<0,05$) para comparação entre os tratamentos.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Avaliação de modelos de armadilhas

4.3.1.1 Eficiência de retenção de mosca-das-frutas em laboratório

A média de capturas ou retenção física nos diferentes modelos de armadilha foi baixa (<10%). Das moscas liberadas em cada modelo de gaiola ($n=10$), apenas $0,9 \pm 0,7$ (média ± desvio padrão) foram capturadas ou retidas, cerca de 9,6% do total. Não houve diferença significativa no número de insetos capturados ($F=1,24$; $gl=6$; $p>0,05$) entre os diferentes modelos de armadilhas (tab. 7). Não houve diferença significativa ($t=1,37$; $gl=1$; $p>0,05$) entre as capturas de fêmeas (55,6%) e machos (44,4%).

Tabela 7. Média de moscas ($n=10$) que foram atraídas, capturadas e escaparam durante quatro períodos de observação de 30 minutos após liberação no interior de gaiolas em laboratório ($21\pm2^{\circ}\text{C}$; UR $70\pm20\%$).

Armadilhas	Pouso (Atração)	Captura (Retenção)	Escape
	¹ N±(DP)	N±(DP)	N±(DP)
MT	4,3±0,9 a	1,0±0,0 a	0,0±0,0 a
BT	4,5±1,6 a	0,8±0,5 a	0,0±0,0 a
CS	2,5±0,5 b	0,8±0,9 a	0,3±0,5 a
PT	2,5±0,5 b	1,0±0,8 a	0,3±0,5 a
PV	2,5±0,5 b	1,0±0,8 a	0,0±0,0 a
MA	2,8±0,5 b	1,5±0,5 a	0,0±0,0 a
McPhail	3,8±1,2 a	0,8±0,9 a	0,5±0,9 a

¹ número médio±desvio padrão.

Legenda: MT = Maxitrap UV XL; BT = Bioibérica trap; CS = CeraTrap System® trap; PT = garrafa PET transparente; PV = garrafa PET verde; MA = garrafa PET com metade inferior amarela; McPhail = armadilha plástica modelo McPhail. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem após comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Durante as observações, houve uma visitação média de $3,2\pm0,8$ moscas nos diferentes modelos de armadilha, ou seja, 32,5% do total de moscas liberadas no interior das gaiolas pousaram e permaneceram por mais de 60 segundos na superfície externa das armadilhas. Foram observadas diferenças significativas no número de visitas ($F=7,66$; $gl=6$; $p<0,001$), sendo as armadilhas MT, BT e McPhail as mais visitadas, diferindo das demais. Não houve diferença significativa ($t=2,52$; $gl=1$; $p>0,05$) no número de visitas entre fêmeas (53,8%) e machos (46,2%).

As baixas capturas podem ter sido ocasionadas em função da utilização de insetos com idade de 12-15 dias, sendo que Bortoli (2014) e Perea-Castellanos et al. (2015) destacam a maior atração de moscas-das-frutas sexualmente imaturas (jovens) para armadilhas iscadas com CeraTrap®. Lasa et al. (2014a,b) em estudo similar avaliando a eficiência de armadilhas iscada com CeraTrap® na captura de *A. ludens* obtiveram capturas acima de 30% com a utilização de insetos com idade de 3-5 dias. Neste sentido, sugere-se a realização de novos estudos em laboratório a fim de verificar a atração de machos e fêmeas de *A. fraterculus* sexualmente imaturos (com idade inferior a cinco dias) à proteína hidrolisada CeraTrap®.

De maneira geral, as armadilhas avaliadas diferiram apenas no número de visitas, com destaque para as armadilhas de coloração amarela. Cytrynowicz, Morgante e Souza (1982) compararam cores e formas de armadilhas para a captura de moscas-das-frutas e as armadilhas amarelas esféricas mostraram-se altamente eficientes na atração e coleta de *A. fraterculus*. Bressan, Teles e Carvajal (1991) também relatam um maior índice de capturas de mosca-das-frutas em armadilhas amarelas.

Neste estudo, no entanto, a permanência dos insetos sobre a superfície externa das armadilhas fez com que a eficiência na atração não representasse um aumento significativo nas capturas.

4.3.1.2 Avaliação de armadilhas para a captura de *Anastrepha fraterculus* em vinhedos comerciais

Todos modelos de armadilhas avaliados capturaram apenas a espécie *A. fraterculus*. As armadilhas confeccionadas a partir de garrafas PET registraram as maiores capturas, diferindo significativamente dos demais modelos avaliados ($F=10,79$; $gl=6$; $p<0,001$). Não foram observadas diferenças significativas entre os três modelos de armadilhas confeccionados a partir de garrafas PET (PV, PT e MA) (Fig. 16).

A cor das armadilhas, especialmente a amarela, foi mencionada por vários autores como um componente importante da atração visual de moscas-das-frutas (PROKOPY, 1968; CYTRYNOWICZ; MORGANTE; SOUZA, 1982; ROBACKER; MORENO; WOLFENBARGER, 1990; LÓPEZ-GUILLÉN et al., 2009). Embora a alteração das cores nas armadilhas possa sugerir respostas diferenciadas em relação à atratividade de tefritídeos e influenciar o monitoramento (BRESSAN, TELES; CARVAJAL, 1991), neste experimento, os resultados demonstram que a cor amarela não exerce efeito na atração e retenção de moscas-das-frutas nas armadilhas, corroborando com os dados apresentados por Adamuchio et al. (2008).

A atração das armadilhas PET transparente e PET verde poderia ser explicada pelo contraste das armadilhas com a vegetação em tons escurecidos (DRUMMOND; GRODEN; PROKOPY, 1984; LASA et al., 2014a), podendo inclusive ser melhorado pela cor branco-creme da armadilha quando iscada com a proteína hidrolisada CeraTrap®.

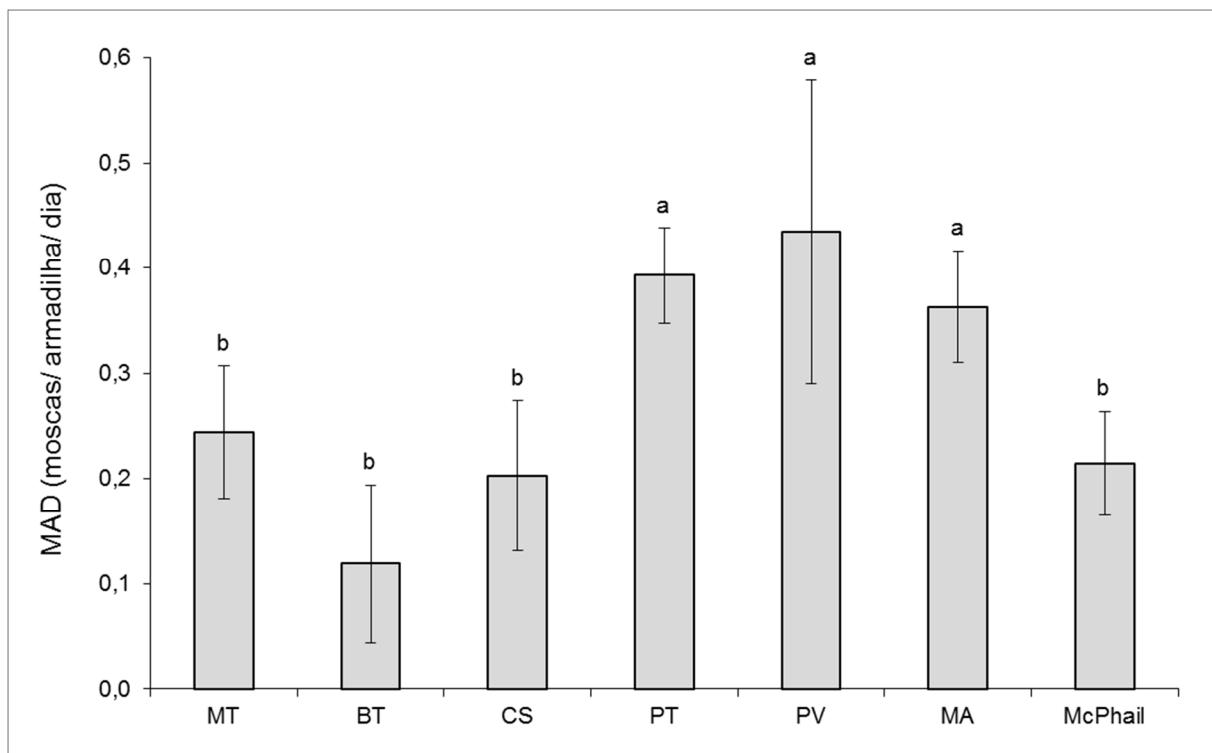


Figura 16. Número médio de adultos (machos e fêmeas) de mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* capturados/armadilha/dia (MAD) por sete modelos de armadilha após seis semanas de instalação do experimento. Farroupilha, RS. Safra 2012/2013.

Legenda: Maxitrap UV XL (MT); Bioibérica trap (BT); CeraTrap System® trap (CS); garrafa PET transparente (PT); garrafa PET verde (PV); garrafa PET com metade inferior amarela (MA) e armadilha plástica padrão (McPhail). Colunas indicadas pela mesma letra não diferiram após comparação entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Os três modelos de armadilhas PET apresentaram capturas de fêmeas de *A. fraterculus* superiores aos demais ($F=6,17$; $gl=6$; $p<0,01$). Nos modelos de armadilhas MT, PT, PV, MA e McPhail, a média de fêmeas capturadas foi maior ($p<0,05$) em relação aos machos, apresentando razão sexual [$rs=\frac{\text{fêmeas}}{\text{fêmeas}+\text{machos}}$] entre 0,63 e 0,73. Apesar de Scoz et al. (2006) não observarem diferenças significativas nas capturas entre as armadilhas PET e McPhail, os resultados demonstram que a armadilha McPhail promoveu menor captura de fêmeas em relação às PET. Nos modelos de armadilhas BT e CS esta diferença não foi significativa ($p>0,05$).

Prokopy, Jácome e Bigurra (2005) e Lasa et al. (2014b) ressaltam a importância da utilização de substâncias atrativas e armadilhas eficientes na captura de fêmeas, a fim de proporcionar reduções nas infestações de moscas-das-frutas nos cultivos e tornar os custos da captura massal competitivos frente à outros métodos de

controle. Originalmente de vidro, as armadilhas modelo McPhail passaram a ser fabricadas com plástico transparente e base amarela (MARTÍNEZ; SALINAS; RENDON, 2007), e embora tenham sido utilizadas por produtores e programas oficiais de diversos países ao longo das últimas décadas (ALUJA, 1999), estas apresentam limitações como o alto custo, dificuldade de manuseio, fragilidade e baixa eficiência nas capturas (DÍAZ-FLEISCHER et al., 2009). A baixa eficiência da armadilha McPhail na captura de moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. já havia sido relatada por Aluja et al. (1989) em um pomar de mangueira (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) no México, onde apenas 1/3 das moscas que pousaram no exterior das armadilhas foram efetivamente capturadas. Buscando uma melhoria na eficiência da armadilha McPhail, Perea-Castellanos et al. (2015) sugerem alterações na estrutura e adição de inseticidas nas paredes internas da armadilha, assim como descrito para outros modelos de armadilhas e de estações isca (do inglês, *bait stations*) (SHELLY et al., 2012; LASA; ORTEGA; RULL, 2013; PIÑERO; ENKERLIN; EPSKY, 2014).

Estudos demonstram haver uma atração de moscas-das-frutas por armadilhas esféricas ou cilíndricas (MARTÍNEZ et al., 2007; LÓPEZ-GUILLÉN et al., 2009), o que em hipótese, incrementaria as capturas em armadilhas McPhail. No entanto, Lasa e Cruz (2014) afirmam que a presença de orifícios laterais nas armadilhas – comum à todos os modelos utilizados neste estudo, exceto o McPhail – aumenta a captura de moscas-das-frutas pela melhoria na emissão dos voláteis e facilidade de acesso ao interior da armadilha após o pouso na superfície externa. A armadilha modelo Maxitrap UV XL, com entradas de sentido único que, em tese, dificultariam o escape dos insetos (LUCAS-ESPADAS; HERMOSILLA-CERÓN, 2008b,c; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014), promoveram capturas menores que as armadilhas PET e semelhantes às observadas no modelo McPhail.

O volume evaporado da proteína hidrolisada após seis semanas (42 dias) foi menor no modelo CeraTrap System® trap (CS), com volume final médio de $273,7 \pm 11,1$ mL, diferindo significativamente ($F=35,86$; $gl=6$; $p<0,001$) dos demais (Fig. 17).

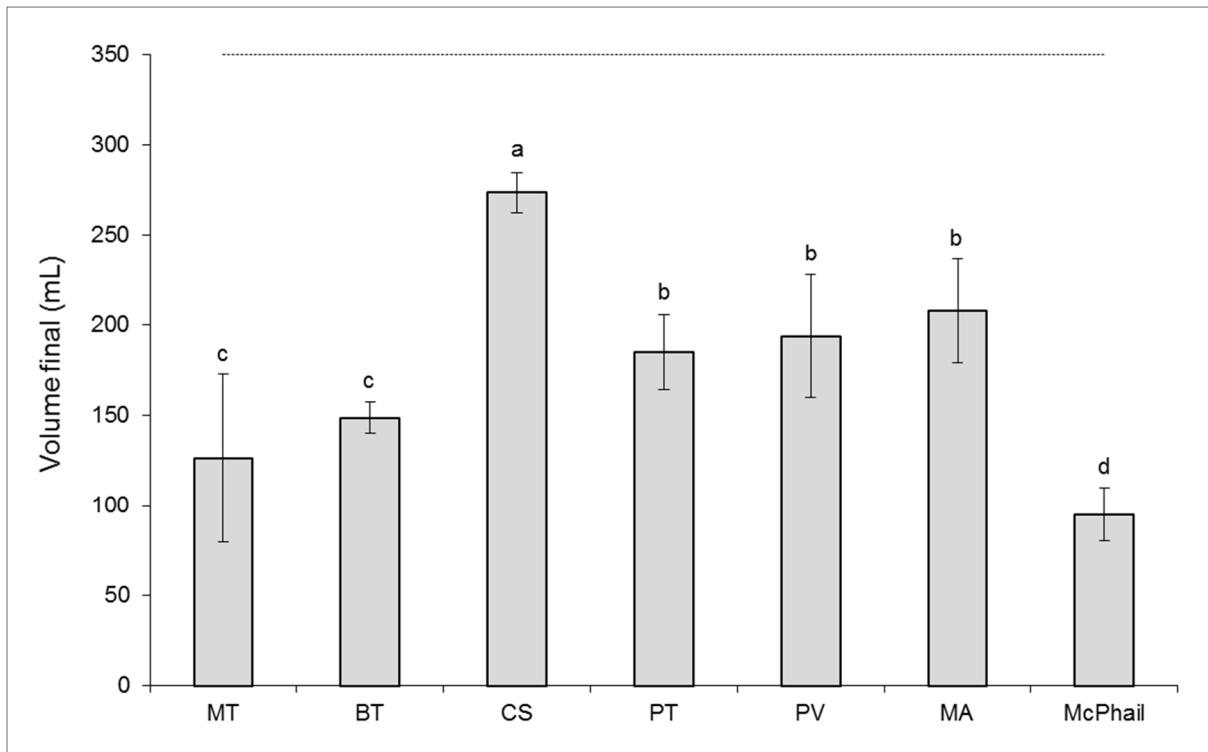


Figura 17. Volume final (mL) de proteína hidrolisada CeraTrap® no interior dos sete modelos de armadilha ao término das seis semanas de condução do experimento. Farroupilha, RS. Safra 2012/2013.

Legenda: Maxitrap UV XL (MT); Bioibérica *trap* (BT); CeraTrap System® *trap* (CS); garrafa PET transparente (PT); garrafa PET verde (PV); garrafa PET com metade inferior amarela (MA) e armadilha plástica modelo padrão (McPhail). Linha pontilhada indica o volume inicial (350 mL) na data de instalação do experimento. Colunas indicadas pela mesma letra não diferiram significativamente após comparação entre os tratamentos pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Thomas et al. (2001) ressaltam que a taxa de evaporação depende, em parte, do diâmetro dos orifícios. Em hipótese, a diminuição das perdas por evaporação na armadilha CS deve-se ao diâmetro reduzido (5mm) de cada um dos quatro orifícios da armadilha, com uma área vazada aproximadamente 49% menor em comparação com os modelos de armadilha PET 2000mL, além do volume interno de 1500mL que reduz a superfície evaporante do líquido no interior da armadilha. Entre os modelos de armadilhas MA, PV e PT, não houve diferença significativa na quantidade de atrativo evaporado ($F=3,02$; $gl=2$; $p>0,05$) ao longo das avaliações, com volumes finais de $207,5\pm28,7$, $193,7\pm34,0$ e $185\pm20,8$ mL, respectivamente (Fig. 17).

Lasa et al. (2014a), ressaltam que a ausência ou redução da necessidade de reabastecimento das armadilhas ao longo da safra é importante para a diminuição de custos em um programa de captura massal. Com base nesses resultados, foi estimado

uma evaporação média de $3,7 \pm 0,3$ mL por dia com o uso de armadilhas PET de 2000mL contendo quatro orifícios de 7mm de diâmetro (Fig. 18).

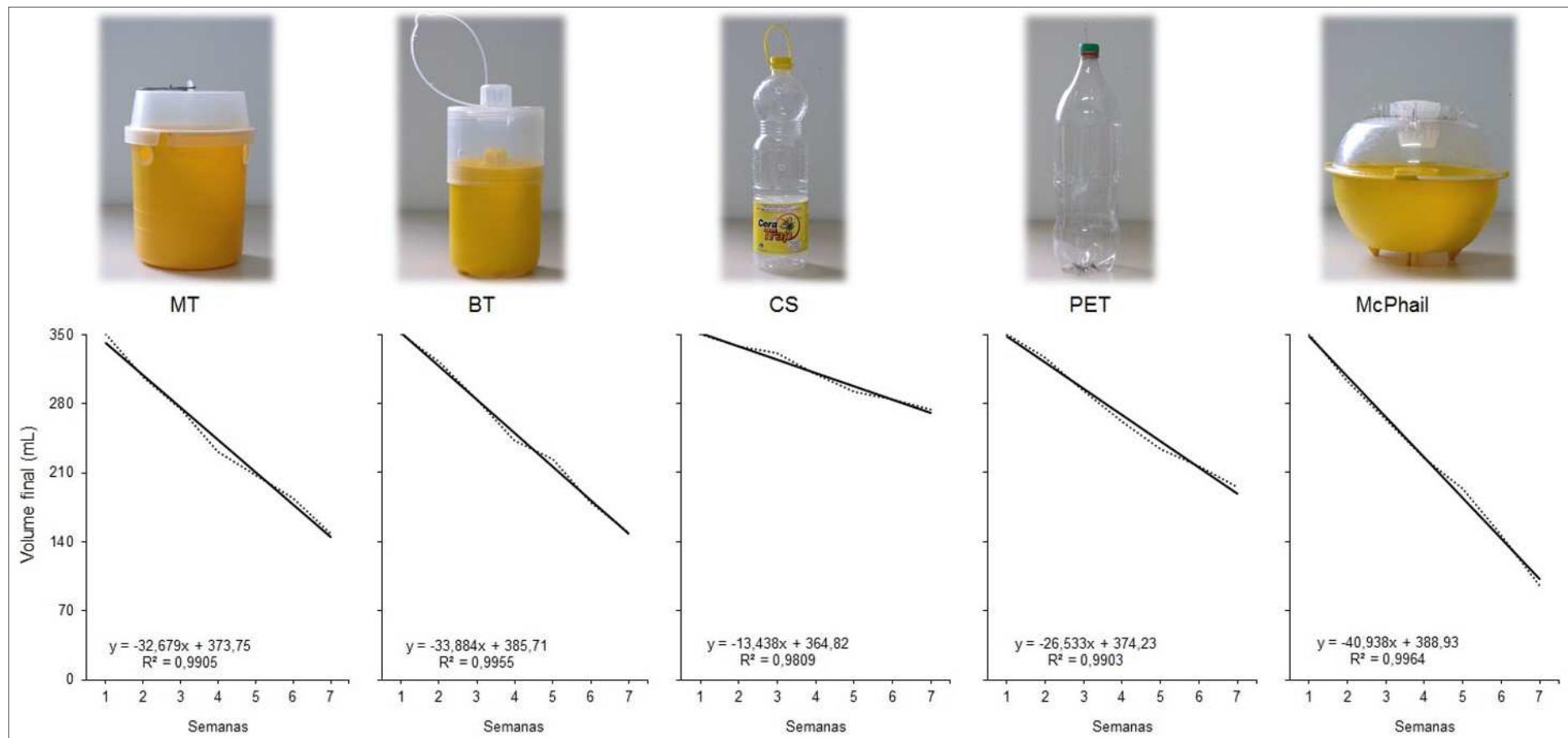


Figura 18. Equações de regressão linear para o volume (mL) de proteína hidrolisada CeraTrap® evaporado por semana em diferentes modelos de armadilha durante o período de condução do experimento. Farroupilha, RS, 2013.

Legenda: Maxitrap UV XL (MT); Bioibérica *trap* (BT); CeraTrap System® *trap* (CS); garrafas PET, com valores obtidos pela média de PT+PV+PM (PET) e armadilha plástica modelo padrão (McPhail). Linhas pontilhadas indicam o volume final (mL) em cada data de avaliação. Linha contínua indica as retas geradas pelas equações. Temperatura média durante o período: 21,8°C.

4.3.1.3 Definição do tamanho das armadilhas e do número de orifícios da armadilha

Não houve diferença significativa ($F=0,45$; $gl=4$; $p>0,05$) entre as médias das capturas apresentadas pelos modelos de armadilhas confeccionados a partir de garrafas PET 600 e 2000mL, contendo dois ou quatro orifícios de 7mm de diâmetro iscadas com 250mL de proteína hidrolisada CeraTrap® (Fig. 19).

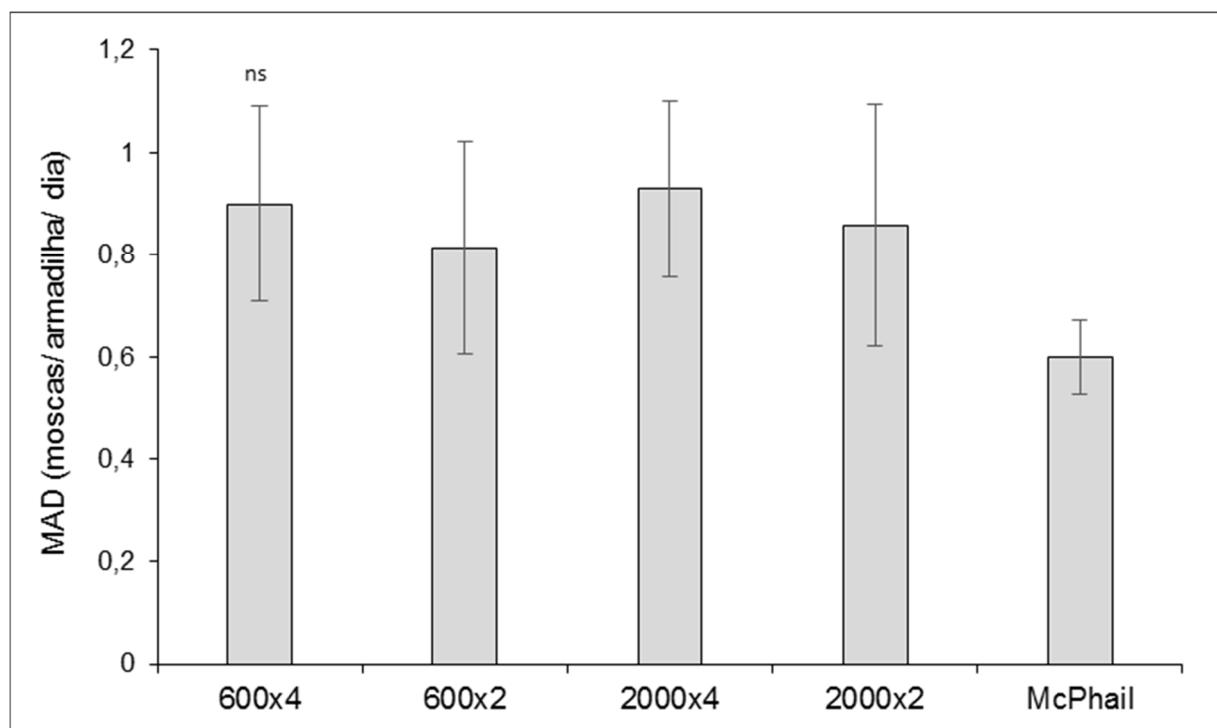


Figura 19. Número médio de adultos (machos e fêmeas) de mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* capturados/armadilha/dia (MAD) em sete modelos de armadilhas PET posicionadas no interior de um vinhedo da cv. 'Moscato'. Pinto Bandeira, RS. Safra 2013/2014.

Legenda: 600x4 = armadilha PET 600 mL com 4 orifícios; 600x2 = armadilha PET 600 mL com 2 orifícios; 2000x4 = armadilha PET 2000 mL com 4 orifícios; 2000x2 = armadilha PET 2000 mL com 2 orifícios; McPhail = armadilha McPhail padrão (testemunha). ns = Colunas apresentadas não diferem significativamente após comparação entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Em experimentos preliminares realizados na safra 2011/2012 (MACHOTA JR. et al., dados não publicados) a utilização de dois orifícios quadrados, de 20x20mm, localizados na porção mediana das armadilhas resultou em uma rápida evaporação do atrativo além de uma grande captura de insetos não alvo, principalmente dos pertencentes à Ordem Lepidoptera.

Embora a armadilha McPhail tenha apresentado a menor média de capturas ao longo das cinco semanas de avaliação (0,6 MAD), não houve diferença significativa entre os modelos. Estes resultados diferem dos apresentados por Barros et al. (1991), alegando que modelos alternativos são menos eficientes na captura de *A. fraterculus* em comparação à armadilha McPhail. No entanto, demonstra-se a possibilidade de implementação da técnica da captura massal com qualquer um dos modelos de armadilha avaliados, no entanto, deve se considerar a perda do atrativo por evaporação, custo e facilidade de manuseio.

Thomas et al. (2001) alertam que a taxa de evaporação depende do diâmetro dos orifícios e da composição do líquido. A evaporação pode ser reduzida pela adição de uma substância higroscópica (propileno glicol, por exemplo), inclusive atuando como um agente sinérgico, aumentando as capturas de moscas-das-frutas (ROBACKER; CZOKAJLO, 2006). O aspecto negativo, segundo Leblanc, Vargas e Rubinoff (2010) reside no fato da adição de propileno glicol aumentar, de igual forma, as capturas de insetos não alvo.

Avaliando armadilhas com orifícios variando de 3 a 7mm de diâmetro para capturas de *B. oleae* e *C. capitata*, Luque-López e Pereda-Cruz (2003) observaram a necessidade de um diâmetro mínimo de 5mm, com maiores capturas em 7mm. Nesse estudo, as armadilhas PET (PT, PV e PM) foram confeccionadas com orifícios de 7mm de diâmetro buscando reduzir a evaporação do atrativo e aumentar as capturas de adultos de *A. fraterculus*.

4.3.1.3 Evaporação do atrativo na presença e ausência de cobertura plástica

Na presença de cobertura plástica, o modelo de armadilha PET 600mL contendo dois orifícios de 7mm de diâmetro foi o que apresentou o maior volume restante após 28 dias (187,5mL), diferindo dos demais modelos de armadilha ($F=108,60$; $gl=4$; $p<0,001$) (Fig. 20).

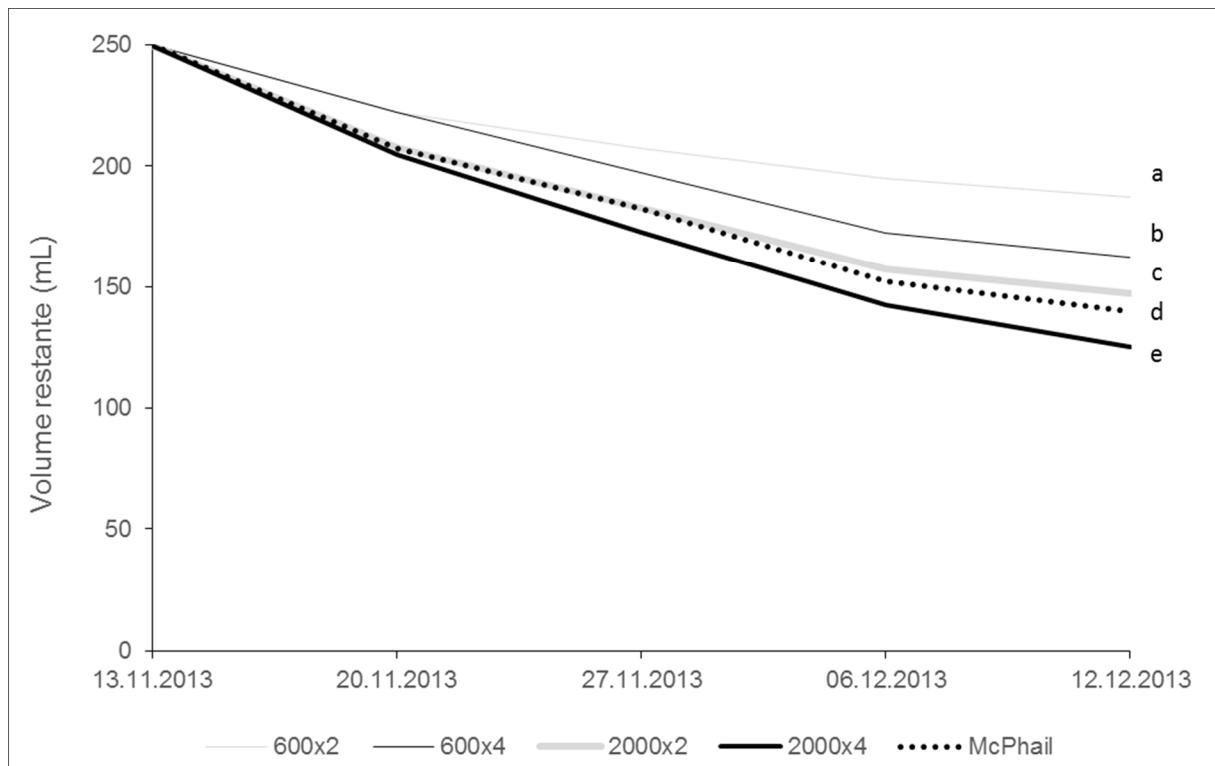


Figura 20. Volume médio (mL) do atrativo ao longo do tempo nas armadilhas posicionadas no interior de um parreiral manejado com o uso de cobertura plástica. Distrito de Faria Lemos, Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014.

Legenda: 600x4 = armadilha PET 600 mL com 4 orifícios; 600x2 = armadilha PET 600 mL com 2 orifícios; 2000x4 = armadilha PET 2000 mL com 4 orifícios; 2000x2 = armadilha PET 2000 mL com 2 orifícios; MP = armadilha plástica McPhail padrão (testemunha). Médias obtidas na última semana de avaliação e seguidas pela mesma letra não diferem significativamente após comparação entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Na ausência de cobertura plástica, novamente a armadilha PET 600mL contendo dois orifícios de 7mm de diâmetro foi a que apresentou o maior volume restante (160,0mL), diferindo dos demais modelos avaliados ($F=76,56$; $gl=4$; $p<0,001$) (Fig. 21).

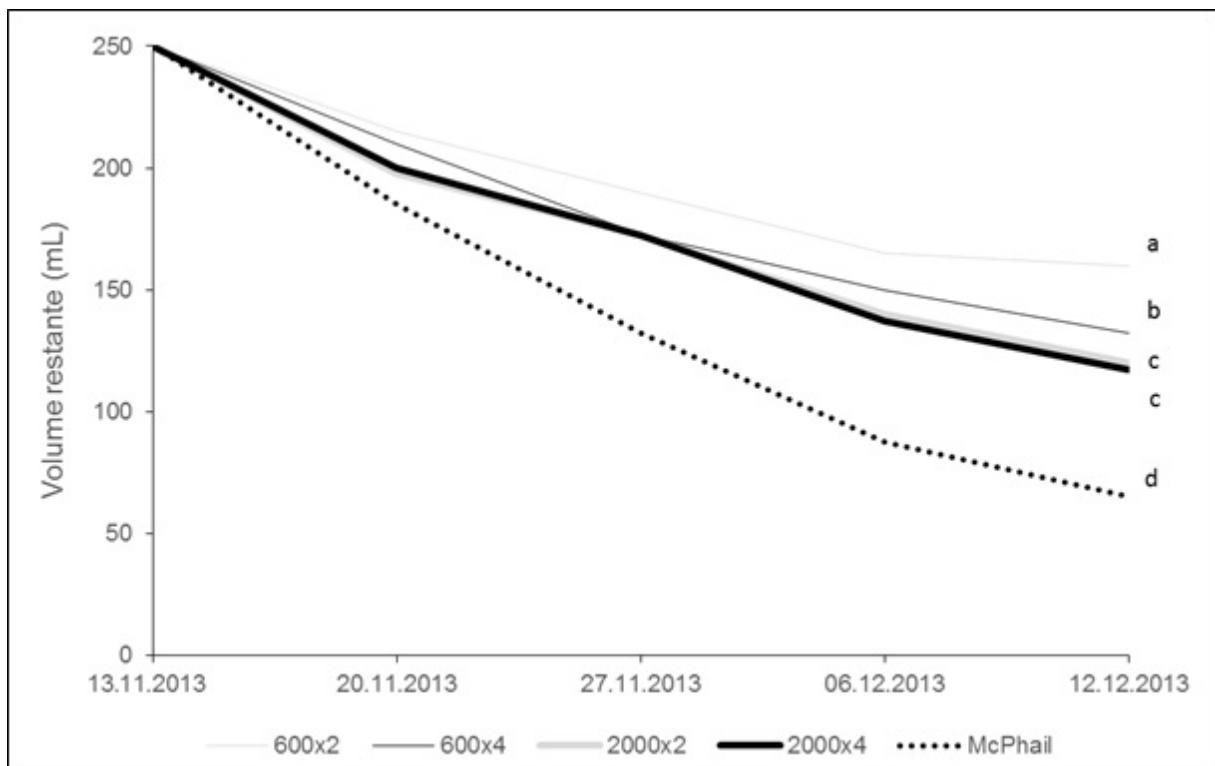


Figura 21. Volume médio (mL) do atrativo ao longo do tempo nas armadilhas posicionadas no interior de um parreiral manejado sem o uso de cobertura plástica. Distrito de Faria Lemos, Bento Gonçalves, RS. Safra 2013/2014.

Legenda: 600x4 = armadilha PET 600 mL com 4 orifícios; 600x2 = armadilha PET 600 mL com 2 orifícios; 2000x4 = armadilha PET 2000 mL com 4 orifícios; 2000x2 = armadilha PET 2000 mL com 2 orifícios; McPhail = armadilha McPhail padrão (testemunha). Médias obtidas na última semana de avaliação e seguidas pela mesma letra não diferem significativamente após comparação entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. .

Conforme Lasa et al. (2014a,b), a evaporação do atrativo é dependente, em parte, do diâmetro e número dos orifícios. Neste experimento, a armadilha PET 600mL com dois orifícios apresentou menor perda de solução atrativa por evaporação em comparação com o modelo PET 600mL de quatro orifícios, tanto na presença ($t=48,00$; $gl=1$; $p<0,01$) como na ausência ($t=363,00$; $gl=1$; $p<0,001$) de cobertura plástica. Desta forma, a redução na evaporação poderia ser explicada pelo menor diâmetro (\varnothing) interno das armadilhas de 600mL (67mm) em comparação com as de 2000mL (100mm), resultando em uma superfície evaporante 55,2% menor.

A baixa eficiência na retenção da solução atrativa apresentada pela armadilha McPhail, com perdas significativamente maiores ($t=29,40$; $gl=1$; $p<0,05$) em condições de ausência de cobertura plástica pode ser explicado pelo tamanho do orifício central na porção inferior da armadilha (\varnothing 45mm), facilitando a evaporação.

4.3.2 Atratividade da proteína hidrolisada CeraTrap® após envelhecimento em condições de campo

As maiores capturas de *A. fraterculus* foram observadas em armadilhas contendo atrativo com 40 dias de envelhecimento ($F=7,48$; $gl=7$; $p<0,01$). Houve um aumento gradativo nas capturas associadas ao maior tempo de exposição do atrativo em condições de campo, com pico ocorrendo entre 30 e 40 dias de envelhecimento (Fig. 22).

Embora tenha sido observado um decréscimo nas capturas após este período, estas se mantiveram semelhantes àquelas obtidas com a utilização da proteína hidrolisada sem envelhecimento (CT0), com $10,3\pm3,6$ moscas/armadilha (Fig. 22). Os resultados demonstram a eficiência da proteína hidrolisada CeraTrap® na atração de adultos de *A. fraterculus*, sem a necessidade de reposição ou troca pelo período mínimo de 60 dias à campo.

A manutenção da eficiência da proteína hidrolisada CeraTrap® por longos períodos, em condições de campo, sem necessidade de troca, também foi observada por Lasa e Cruz (2014) para *A. obliqua* (30 dias) e Santos-Ramos et al. (2011), Lasa et al. (2015) e Lasa et al. (2014b) para *A. ludens* (entre 45-60, 60 e 90 dias, respectivamente). A estabilidade da formulação é um dos pontos fundamentais para emprego da mesma como atrativo na técnica de captura massal. Segundo Visser (1986), a atração olfativa de moscas-das-frutas está relacionada com a liberação de odores específicos de substâncias orgânicas oriundas de soluções proteicas. De modo geral, um aumento no grau de decomposição destas substâncias leva à um aumento na atratividade (ROBACKER, 1991; MALO, 1992). De acordo com Bateman e Morton (1981), a liberação de amônia, relacionada ao pH básico da solução atrativa, influencia diretamente na eficiência na captura de moscas-das-frutas.

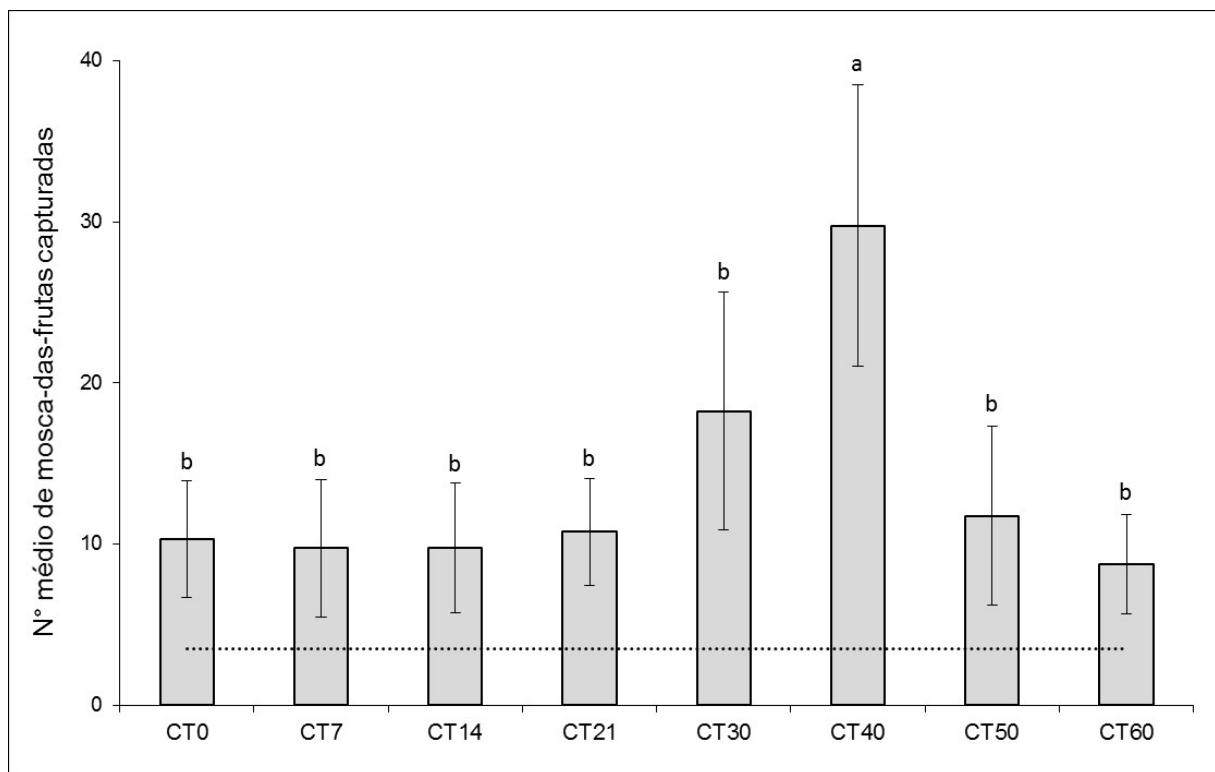


Figura 22. Número médio de adultos (machos e fêmeas) de *Anastrepha fraterculus* capturados por tratamento nas armadilhas PET de 2000mL contendo quatro orifícios de 7mm, iscadas com 350mL de solução atrativa envelhecida e posicionadas no interior de um pomar de citros. Pinto Bandeira, RS. 2012.

Legenda: CT = atrativo alimentar CeraTrap®, seguido do número que indica o tempo (dias) de envelhecimento em condições de campo anteriores à realização do experimento. Linha pontilhada representa o nível de controle indicado pelo índice MAD (mosca/armadilha/dia) igual a 0,5. Colunas indicadas pela mesma letra não diferem significativamente após comparação entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Neste estudo, a proteína hidrolisada CeraTrap®, apresentou valores de pH neutro e/ou básico, variando entre 7,0 e 8,0. Conforme as leituras de pH em laboratório, anteriores às avaliações, o envelhecimento prévio de CeraTrap® em condições de campo não promoveu alteração no pH do atrativo, mantendo-se inferior a 8,0. Embora esta informação não seja disponibilizada pelo fabricante, Lasa et al. (2014b) sugerem a existência de um conservante na composição de CeraTrap®, uma vez que, mesmo após várias semanas, moscas-das-frutas capturadas no interior das armadilhas mantêm-se praticamente inalteradas sendo facilmente identificadas e sexadas, fato também observado neste estudo.

O envelhecimento e decomposição, afetando a longevidade do atrativo e, por consequência, a eficácia da armadilha, também dependem das condições climáticas

registradas no cultivo (SALLES, 1999a,b; LASA et al., 2014b; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014). As armadilhas iscadas com atrativos líquidos apresentam maior eficiência em ambientes de clima seco, provavelmente pela atração dos insetos à fonte de água (CUNNINGHAM et al., 1978). Como atrativo líquido no interior da armadilha possui as funções de atraente e de agente letal, Navarro-Llopis e Vacas (2014) alertam para a necessidade de manutenção do nível adequado de atrativo no interior da armadilha, pois, em caso de evaporação completa a armadilha perderá a eficácia.

Lasa e Cruz (2014) ressaltam que a reduzida duração dos atrativos alimentares disponíveis no mercado é um aspecto limitante para o emprego da técnica da captura massal. Nesse sentido, a estabilidade da formulação Ceratrap® a torna uma importante candidata ao uso. Na captura massal, além do modelo de armadilha e do atrativo utilizado, a densidade (número por ha) e a distribuição das armadilhas dentro do pomar são importantes para determinar a eficácia da técnica como uma estratégia de controle de pragas (EL-SAYED et al., 2006).

Como a recomendação na densidade de armadilhas iscadas com o atrativo CeraTrap® varia de 40 a 120 armadilhas por hectare, dependendo da cultura, espécie de mosca-das-frutas e pressão populacional do inseto-praga (BIOIBÉRICA, 2015), o uso de armadilhas “caça-moscas” confeccionadas a partir de garrafas PET de 600 ou 2000mL pode reduzir consideravelmente os custos de implantação da técnica da captura massal.

Com base nos resultados do presente estudo, verificou-se que para a captura massal de *A. fraterculus*, podem ser empregadas armadilhas “caça-moscas” confeccionadas com garrafas PET de 600 ou 2000mL, havendo redução de perdas por evaporação nas armadilhas de 600mL. As armadilhas devem conter até quatro orifícios de 7mm de diâmetro na porção mediana e ser iscadas com proteína hidrolisada CeraTrap® sem necessidade de troca por, no mínimo, 60 dias.

4.4 Conclusões

Armadilhas “caça-moscas” confeccionadas a partir de garrafas PET de 600mL com dois orifícios circulares de 7mm iscadas com a proteína hidrolisada Ceratrap® são eficazes para a captura de *A. fraterculus* na cultura da videira.

Armadilhas PET de 600 e 2000mL iscadas com a proteína hidrolisada Ceratrap® apresentam eficácia equivalente na captura de adultos de *A. fraterculus*.

O número de orifícios (dois ou quatro) de 7mm de diâmetro em armadilhas PET de 600 e 2000mL não influencia as capturas de adultos de *A. fraterculus*.

O número de orifícios (dois ou quatro) de 7mm de diâmetro em armadilhas PET de 600 e 2000mL influencia a taxa de evaporação da proteína hidrolisada CeraTrap®, com menor volume evaporado em armadilhas PET de 600mL contendo dois orifícios.

A presença de cobertura plástica na cultura da videira reduz as perdas por evaporação da proteína hidrolisada CeraTrap®.

A proteína hidrolisada CeraTrap® mantém a eficácia na captura de adultos de *A. fraterculus* por até 60 dias em condições de campo.

5 Capítulo III – Supressão populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) através da captura massal em cultivo protegido de uva de mesa

5.1 Introdução

O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de uvas para processamento do Brasil (IBGE, 2014). No entanto, nos últimos anos, especialmente na Região da Serra Gaúcha, ocorreu um aumento expressivo na produção de uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L., Vitaceae) destinadas ao consumo *in natura* e conduzidas sob cultivo protegido (CHAVARRIA et al., 2007; MOTA et al., 2008; CHAVARRIA; SANTOS, 2009; FORMOLO et al., 2011). A cobertura plástica é empregada em cultivos de uvas finas de mesa com o objetivo de promover um incremento da qualidade da fruta e consequente valor de venda (SHUCK, 2002), além da redução no efeito da precipitação pluvial sobre a incidência de doenças e no número de aplicações de fungicidas (CHAVARRIA et al., 2007). Para tal, é instalada uma proteção utilizando lonas plásticas trançadas de polietileno transparente, impermeabilizadas e sustentadas com arcos de ferro galvanizado sobre a linha de cultivo (CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Na Região da Serra Gaúcha, a cultivar ‘Itália’ (*V. vinifera* L.) é a principal uva fina de mesa produzida nestas condições e, a moscas-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae), uma das principais espécies de inseto-praga (FORMOLO et al., 2011).

O controle de *A. fraterculus* em uvas finas de mesa era realizado com a pulverização em área total (cobertura) de inseticidas organofosforados, principalmente a fentiona (FORMOLO et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013c). No entanto, a fentiona foi retirada do mercado em 2010 devido à alta toxicidade e a possibilidade de deixar resíduos tóxicos nos frutos, situação agravada quando a videira é cultivada sob cobertura plástica (CHAVARRIA et al., 2007). Com a retirada

deste princípio ativo do mercado, os produtores passaram a empregar inseticidas piretroides (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; RAGA, 2005), neonicotinoides (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; NONDILLO et al., 2007; RAGA; SATO, 2011) e extratos de plantas (EFROM et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013c) para o controle da espécie. No entanto, o emprego desses inseticidas não tem evitado as infestações de moscas-das-frutas na cultura, resultando em danos nos frutos (bagas com presença de puncturas e/ou desenvolvimento larval) de 5 a 10% dependendo da propriedade rural onde a uva é produzida². Esse fato aumenta a necessidade de mão-de-obra para raleio de bagas durante a maturação da uva (FORMOLO et al., 2011).

Como alternativa ao emprego das pulverizações em cobertura tem-se utilizado formulações de iscas tóxicas (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; NAVA; BOTTON, 2010) com aplicações direcionadas às bordas das áreas de produção, pilares de sustentação das plantas, troncos ou folhas, sendo essa a principal estratégia de controle recomendada para o manejo da espécie no cultivo. No entanto, a prática ainda é pouco empregada pelos viticultores, pois, demanda uma tecnologia de aplicação diferente da tradicional (BOTTON et al., 2014) e maior mão-de-obra, em função da necessidade de reaplicação após cada chuva (RAGA, 2005; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009; FORMOLO et al., 2011).

Outras técnicas de manejo alternativas ao controle químico de mosca-das-frutas apresentam possibilidade de uso como o controle cultural, com a coleta e destruição dos frutos infestados (RAGA, 2005; PARANHOS et al., 2008), o raleio de bagas, o ensacamento de frutos (LIPP; SECCHI, 2002; SANTOS; WAMSER, 2006; TEIXEIRA et al., 2011; HERNANDES; BLAIN; PEDRO JUNIOR, 2013), o controle biológico com a preservação dos inimigos naturais e o emprego de parasitoides (NAVA, 2007; NUNES et al., 2011; PEREIRA-RÊGO et al., 2013; GARCIA; RICALDE, 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014) e a técnica do inseto estéril (HENDRICHHS et al., 2002; MALAVASI; NASCIMENTO, 2003; DYCK; HENDRICHHS; ROBINSON, 2005; KOVALESKI; BOTTON; NAVA, 2014), numa estratégia de manejo integrado. No entanto, algumas dessas tecnologias ainda necessitam de aprimoramento para inserção como prática rotineira no manejo deste grupo de insetos na cultura da videira.

A elevada incidência da mosca-das-frutas em áreas de cultivo protegido de uvas finas de mesa levou à necessidade de disponibilizar novas estratégias de

² Dr. Marcos Botton (junho de 2015): comunicação pessoal.

controle. Nesse caso, a captura massal, que tem como base o emprego de um atrativo associado a um elevado número de armadilhas de captura por unidade de área (SHELLY et al., 2014), surge como uma alternativa para o manejo da espécie no cultivo (Capítulo II).

A captura massal, com o emprego de armadilhas iscadas com suco de frutas, foi uma das primeiras recomendações técnicas para o controle da mosca-das-frutas no Brasil (LORENZATO, 1984). No entanto, a baixa eficiência nas capturas (SALLES, 1995; SCOZ et al., 2006; ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009), assim como a necessidade de reposição e/ou troca semanais dos atrativos (ROS et al., 2002; NAVA; BOTTON, 2010; RAGA; VIEIRA, 2015) praticamente inviabilizaram a adoção da técnica como estratégia de manejo.

Com a introdução no mercado brasileiro de uma nova formulação de proteína hidrolisada de origem animal (CeraTrap®, Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha), altamente atrativa para as moscas-das-frutas e com elevada durabilidade à campo foi possível retomar os trabalhos de controle à exemplo do realizado em outros países com *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) e *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (SANTOS-RAMOS et al., 2011, 2012; SELAMI et al., 2011; LASA; ORTEGA; RULL, 2013; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014; HAFSI et al., 2015). Nesse trabalho, foi avaliada durante três safras a captura massal, utilizando a proteína hidrolisada Ceratrap®, como estratégia para a supressão populacional da mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* em cultivo de uva fina de mesa, sob cobertura plástica.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Descrição dos locais de estudo

Os experimentos para avaliação da captura massal como estratégia de supressão populacional de *A. fraterculus* foram conduzidos nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, em parreirais de uva fina de mesa da cv. 'Itália' (*Vitis vinifera* L.) cultivada sob cobertura plástica no município de Caxias do Sul, localizado na Serra Gaúcha, RS (Fig. 23). O clima da Região é subtropical temperado (Cfb) pela escala climática de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), com temperatura

média anual de 15,9ºC e precipitação média de 1.750mm, bem distribuídos durante o ano.

Os parreirais foram implantados em 2007, no espaçamento de 1,5 x 3,0m (linhas e entrelinhas), resultando numa densidade média de 2.220 plantas por hectare. Nas três áreas (tab. 8), o sistema de condução adotado foi o “Y”, com irrigação por gotejamento, mantido sob cultivo protegido utilizando lonas plásticas trançadas de polipropileno de baixa densidade 160µm de espessura), transparentes e impermeabilizadas, com 2,65m de largura, constituindo um “V” invertido sobre o dossel das plantas.



Figura 23. Parreirais de uva fina de mesa da cv. ‘Itália’ conduzidos sob cobertura plástica utilizados nos experimentos nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014: A1 e A2 (áreas com utilização da técnica da captura massal), A3 (área testemunha com aplicação de inseticidas). Caxias do Sul, RS. Escala = 300m.

Fonte: Google Earth, 2015.

Nas safras 2011/2012 e 2012/2013, foi comparada a utilização da captura massal no controle da mosca-das-frutas em relação ao manejo convencional com a aplicação do inseticida fentiona (Lebaycid 500, Bayer CropScience Ltda., São Paulo, SP, Brasil) na concentração de 100mL de produto comercial (p.c.)/100L água (tab. 8). Na safra 2013/2014, devido a retirada da fentiona do mercado, na área testemunha

foram realizadas aplicações de azadiractina (Azamax®, 12g/L, UPL, Campinas, SP, Brasil.

Neste estudo, ao longo das três safras não foi possível manter a área testemunha sem adoção de medidas de controle químico para moscas-das-frutas. Em razão do elevado risco de perdas econômicas na produção (cerca de R\$ 100 mil por ha), a técnica da captura massal foi comparada com o manejo convencional adotado pelo produtor. Os parreirais estavam distanciados 0,7km entre si, inseridos na mesma bacia hidrográfica e localizados a cerca de 8km do perímetro urbano de Caxias do Sul, RS. A escolha das áreas de estudo deu-se pelo histórico de elevadas infestações de moscas-das-frutas com a presença de 5% de bagas danificadas, mesmo com a aplicação de inseticidas³, além de serem áreas representativas do sistema de produção de uvas finas de mesa adotado na região (FORMOLO et al., 2011).

5.2.2 Armadilhas de captura massal e monitoramento

As armadilhas de captura massal foram confeccionadas no início da safra 2011/2012 com garrafas PET de 2000mL, efetuando-se quatro orifícios de 7mm de diâmetro na porção mediana do frasco. As armadilhas foram iscadas com 350mL da proteína hidrolisada CeraTrap® sem diluição. Foram instaladas 120 armadilhas por ha, distribuídas equidistantemente nas bordas do parreiral (BIOIBÉRICA, 2015). A presença de adultos da moscas-das-frutas foi monitorada através da contagem dos insetos capturados em armadilhas McPhail iscadas com 350mL de proteína hidrolisada BioAnastrepha (50mL/L), na densidade de quatro armadilhas por ha (SALLES, 1995; KOVALESKI et al., 2000) distribuídas nos quadrantes das áreas de produção (Fig. 24).

³ Viticultor Sr. Ismael Boff (janeiro de 2014): comunicação pessoal.

Tabela 8. Caracterização das áreas utilizadas nos experimentos de avaliação da técnica da captura massal de *Anastrepha fraterculus* em cultivo protegido de videira. Caxias do Sul, RS.

Safra	Trat.	Sigla	Aplicações de inseticidas	Avaliações de injúria nos frutos	Término da colheita
2011/2012	CM	A1	-	05/01, 19/01 e 02/02/12	16/02/12
	T	A3	22/12 e 15/01/12		
2012/2013	CM	A1	-	14/02, 28/02 e 14/03/13	16/03/13
		A2	-		
	T	A3	28/01 e 17/02/13		
2013/2014	CM	A1	-	10/02, 24/02 e 10/03/14	12/03/14
		A2	-		
	T	A3	14/02 e 03/03/14		

Legenda: Trat. = tratamentos; T = testemunha, área de 0,35 hectare (latitude 29°14'33"S, longitude 51°14'40"O e altitude 629m) manejada sob sistema convencional de produção utilizando inseticida fentiona Lebaycid 500 (safras 2011/2012 e 2012/2013) e azadiractina Azamax® (safras 2013/2014), sem uso da técnica da captura massal; CM = captura massal, área A1 de 0,71 hectare (latitude 29°14'19"S, longitude 51°14'56"O e altitude 630m) e área A2 de 0,49 hectare (latitude 29°13'51"S, longitude 51°15'05"O e altitude 707m) manejadas com a técnica da captura massal utilizando proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 120 armadilhas por ha, distribuídas no perímetro da área de produção.

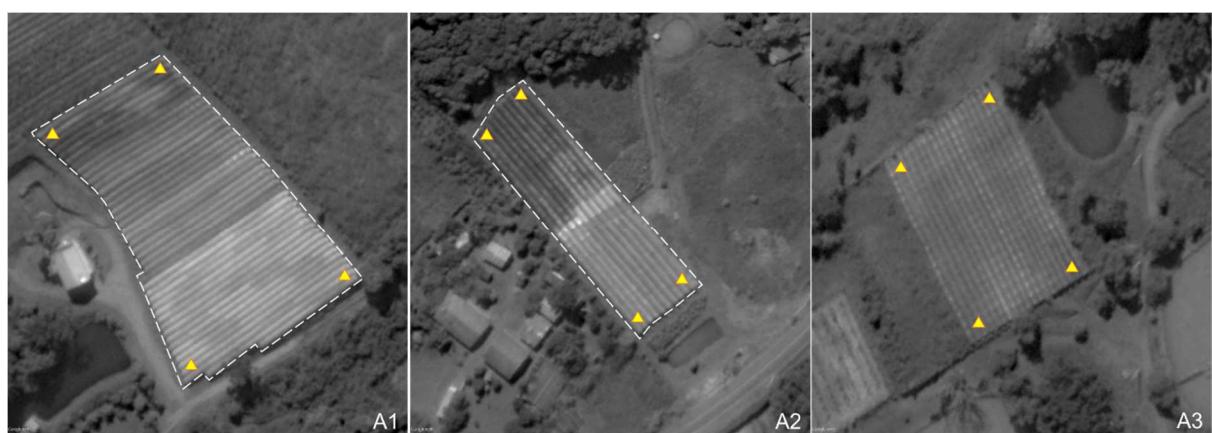


Figura 24. Distribuição das armadilhas de captura e monitoramento nas áreas manejadas com uso da técnica da captura massal (A1 e A2) e testemunha (A3) ao longo das safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Caxias do Sul, RS.

Legenda: linhas tracejadas ao longo do perímetro indicam a distribuição das armadilhas de captura massal; triângulos de coloração amarela indicam a localização das armadilhas de monitoramento.

Fonte: Google Earth, 2015.

Nas áreas destinadas a captura massal utilizando CeraTrap®, não foram realizadas aplicações de inseticidas visando o controle de mosca-das-frutas. As armadilhas de captura (Fig. 25) e de monitoramento foram instaladas no final do estádio de crescimento fenológico 79 da escala de Lorenz et al. (1994), caracterizado pela presença de cachos compactados e início de maturação, sendo mantidas nas áreas até o término da colheita. Todas as armadilhas foram dispostas entre 1,5 e 1,7m em relação ao nível do solo (CARVALHO, 2005), protegidas da incidência de luz solar direta.



Figura 25. Distribuição das armadilhas de captura massal iscadas com proteína hidrolisada CeraTrap® ao longo do perímetro da área de uva fina de mesa cv. 'Itália' (A2) utilizada no estudo. Caxias do Sul, RS.

O número médio de adultos de mosca-das-frutas capturados nas armadilhas de captura massal (PET) e de monitoramento (McPhail) foi obtido mediante inspeção quinzenal ao longo da safra. Para a avaliação de danos, foram selecionados e etiquetados 100 cachos por área (25 em cada um dos quadrantes) no interior dos

parreirais. Nestes cachos, o raleio de bagas foi realizado pelos produtores somente após a avaliação dos cachos. A porcentagem de cachos danificados (presença de puncturas e/ou galerias) em razão de lesões causadas por adultos e/ou larvas de moscas-das-frutas foi avaliada quinzenalmente ao longo do período de maturação de bagas. Na safra 2013/2014 também foi avaliada a porcentagem de bagas danificadas por cacho.

5.2.3 Análise estatística

A flutuação populacional de adultos de mosca-das-frutas capturados nas armadilhas de monitoramento e de captura massal, bem como os dados referentes a porcentagem de cachos e de bagas por cacho danificadas foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para normalização, quando necessário. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) comparando-se as médias pelo teste de t (LSD), a 5% de significância ($p<0,05$) através do programa Sisvar 5.3 (FURTADO, 2011).

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Monitoramento de adultos

Na safra 2011/2012, a população de mosca-das-frutas registrada ao longo do período de maturação dos frutos nas armadilhas de monitoramento apresentou pico populacional de 0,43 MAD (moscas/armadilha/dia) em meados de janeiro de 2012. Na área testemunha, mesmo com a aplicação do inseticida fentiona, as capturas nas armadilhas de monitoramento foram maiores quando comparadas com a área de captura massal ($F=21,31$; $gl=1$; $p<0,01$). No entanto, o nível de controle adotado para a espécie na cultura (0,5 MAD), conforme sugerido por Soria (1985) e Botton et al. (2005), não foi alcançado nas duas áreas (Fig. 26).

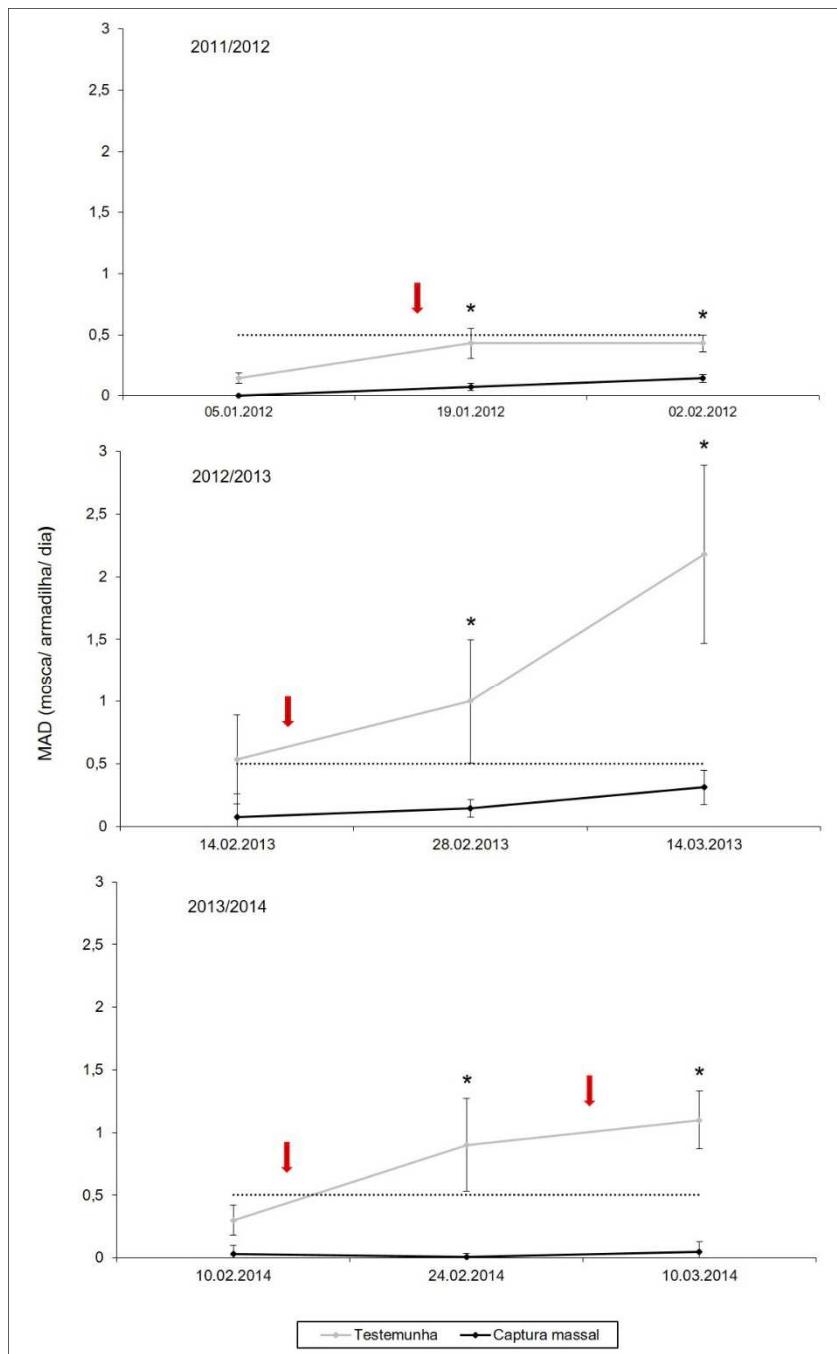


Figura 26. Número médio (\pm desvio padrão) de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* capturadas/armadilha/dia (MAD) em armadilhas de monitoramento McPhail iscadas com Bioanastrepha (5%) localizadas em parreirais de uva fina de mesa da cv. 'Itália' sob cultivo protegido durante as safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Caxias do Sul, RS.

Legenda: Testemunha = área manejada sob sistema convencional de produção utilizando inseticida fentiona Lebaycid 500 (safras 2011/2012 e 2012/2013) e azadiractina Azamax® (safras 2013/2014), sem uso da técnica da captura massal; Captura massal = áreas manejadas com o uso da técnica da captura massal utilizando proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 120 armadilhas por ha, distribuídas no perímetro da área de produção. Linha pontilhada representa o nível de controle (0,5 MAD). Setas vermelhas indicam as aplicações de inseticidas no período de avaliação do experimento. * médias significativamente distintas pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

Na safra 2012/2013, observou-se um incremento na captura de adultos da moscas-das-frutas no período de maturação dos frutos em relação à safra 2011/2012. Na área testemunha, as capturas de mosca-das-frutas nas armadilhas de monitoramento ultrapassaram o nível de controle (0,5 MAD) recomendado para a aplicação de inseticidas na cultura (Fig. 26). Na safra 2013/2014, com aplicações de azadiractina para o manejo da mosca-das-frutas, novamente as capturas na área testemunha ultrapassaram o nível de controle, diferindo significativamente ($p<0,05$) da área com captura massal (Fig. 26).

Um ponto importante a ser registrado é que, nas duas safras onde a fentiona foi empregada, mesmo com as aplicações do inseticida, caracterizado pela sua reconhecida ação de contato, ingestão e profundidade (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; NONDILLO et al., 2007; EFROM et al., 2011; MACHOTA JR. et al., 2013c), a população de *A. fraterculus* nas armadilhas de monitoramento foi superior à área com captura massal nas safras 2012/2013 e 2013/2014. Esta situação é atribuída a incursão constante de adultos da mosca-das-frutas no período de colheita da uva, provenientes de hospedeiros primários da espécie localizados próximos ao cultivo, à exemplo de plantas da Família Myrtaceae (MALAVASI; ZUCCHI, 2002), como a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e o araçazeiro-rosa (*Psidium cattleyanum* Sab.) (SALLES, 1995; SILVA et al., 2006; GATTELLI et al., 2008), que atuam na reposição natural e podem servir como multiplicadores de moscas-das-frutas (NAVA; BOTTON, 2010; PEREIRA-RÊGO et al., 2013).

Embora a dinâmica populacional de diversas espécies de moscas-das-frutas sofra influência de variáveis climáticas como precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura do ar e velocidade dos ventos (RAGA et al., 1996; GARCIA; CORSEUIL, 1999), com destaque para temperatura do ar (TAUFER et al., 2000), Salles (1995) afirma que a flutuação populacional da mosca-das-frutas não obedece a um padrão, havendo variações significativas entre anos, locais e regiões.

No caso do cultivo da videira sob cobertura plástica, ocorrem alterações micrometeorológicas, como a redução da velocidade do vento e o aumento da temperatura do ar (CARDOSO et al., 2008), promovendo uma antecipação na maturação das bagas (CHAVARRIA et al., 2009). Na Região Sul do Brasil, o início das infestações de mosca-das-frutas em parreirais ocorre no período de pré-colheita (meses de janeiro e fevereiro) quando as moscas-das-frutas são atraídas pelas bagas

em fase final de maturação (NONDILLO et al., 2007). No entanto, mesmo com a antecipação na maturação dos frutos pela utilização da cobertura plástica (ROBERTO; COLOMBO; ASSIS, 2011), Chavarria et al. (2009) não observaram antecipação nas capturas ou interferência na mobilidade da praga.

É importante salientar que, mesmo com a maturação dos frutos e a proximidade da colheita, as capturas nas armadilhas de monitoramento no interior das áreas manejadas com a técnica da captura massal mantiveram-se abaixo do nível de controle ao longo das três safras (Fig. 26). Este padrão de baixas capturas indica a eficácia da técnica na supressão populacional dos adultos da espécie, fato também registrado em trabalhos conduzidos em outros países (LLORENS et al., 2008; NAVARRO-LLOPIS et al., 2008; JEMÂA et al., 2010; SIERRAS et al., 2012).

No presente estudo, foi utilizada a proteína hidrolisada BioAnastrepha para o monitoramento populacional de *A. fraterculus* seguindo a recomendação de Zart, Fernandes e Botton (2009). No entanto, a proteína hidrolisada CeraTrap® é mais eficiente na captura de adultos de *A. fraterculus* quando comparada a BioAnastrepha (BORTOLI, 2014), assim como observado no Capítulo I. Nesse caso, verifica-se a necessidade de realização de trabalhos buscando uma reavaliação e possível readequação dos níveis de controle adotados em cultivos com maior suscetibilidade às infestações de mosca-das-frutas.

5.3.2 Armadilhas de captura massal

As armadilhas de captura massal mantidas sob cobertura plástica foram empregadas durante as três safras avaliadas, permanecendo em condições de uso para serem reutilizadas por, no mínimo, mais uma safra. O tempo médio gasto entre o preenchimento das armadilhas com a proteína hidrolisada CeraTrap® e o posicionamento destas nas plantas sob a cobertura plástica variou entre 60 e 90 segundos por armadilha. O tempo médio para instalação das armadilhas foi de 2 a 3h por ha, semelhante ao relatado por Marín et al. (2006). Com o emprego de 120 armadilhas por ha, o volume gasto ao longo das safras – entre 80 a 95 dias com as armadilhas – variou entre 85 e 100L por ha, resultando num volume gasto entre 700 e 830mL/armadilha.

Por se tratar de uma armadilha com atrativo líquido, Navarro-Llopis e Vacas (2014) ressaltam a importância da manutenção do nível adequado nas armadilhas para que as capturas não sejam prejudicadas. A proteína hidrolisada CeraTrap® atrativo foi reposta apenas uma vez ao longo de cada safra em todas as armadilhas, e pontualmente, mais de uma vez em armadilhas que apresentavam volume inferior a 200mL. As principais causas destas reduções pontuais no volume de atrativo em determinadas armadilhas foram quedas pela ação dos ventos, exposição direta das armadilhas aos raios solares e captura de insetos não alvo, à exemplo de formigas do gênero *Crematogaster* Lund, 1831 (Hymenoptera: Formicidae) atraídas pela solução. No interior das armadilhas de captura massal, *A. fraterculus* foi a principal espécie de mosca-das-frutas capturada (tab. 9), representando 99,4% do total. Desta forma, pode-se afirmar que, no momento, *C. capitata* não apresenta *status* de praga na Região.

Tabela 9. Média de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas de captura massal iscadas com proteína hidrolisada Ceratrap® em cultivo de uva fina de mesa sob cobertura plástica. Caxias do Sul, RS.

Espécie	Safras					
	2011/2012	2012/2013	2013/2014			
<i>Anastrepha fraterculus</i>	6,2±4,4	613	19,2±16,5	2784	4,5±6,9	657
<i>Ceratitis capitata</i>	0,1±0,2	4	0,1±0,3	17	0,1±0,1	3
Total	617		2801		660	

Legenda: ¹n = número médio (\pm desvio padrão) de adultos de moscas-das-frutas capturados; ²N = total de insetos capturados por espécie.

Durante as três safras, foi possível observar diretamente a eficácia da técnica da captura massal através da conservação dos insetos imersos no atrativo líquido, fato que não ocorre em outras técnicas de “atrai e mata” (armadilhas contendo inseticidas ou aplicação de iscas-tóxicas, por exemplo) e aplicações de inseticidas em área total. Para estes casos, a eficácia é comprovada apenas de maneira indireta, com a verificação de capturas em armadilhas de monitoramento e avaliação de frutos danificados (NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2014).

A elevada captura de adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas de captura massal em detrimento do baixo número de adultos de *C. capitata* pode ser explicado pela

predominância de *A. fraterculus* na Serra Gaúcha, RS (LORENZATO; CHOUENE, 1985; LORENZATO; GRELmann; CHOUENE, 1986), sendo a espécie com os maiores índices de dominância, frequência e abundância na Região (BORTOLI, 2014). Outro ponto a ser destacado é o fato de que as armadilhas foram instaladas em áreas rurais, o que desfavorece a captura de *C. capitata*, espécie que ataca de forma mais intensa frutos localizados em áreas urbanas e periurbanas (ZUCCHI, 2001; UCHOA-FERNANDES et al., 2002; NAVA et al., 2008; ALVARENGA et al., 2010; NUNES, 2010).

As capturas obtidas no monitoramento de moscas-das-frutas podem não representar a população de insetos da área monitorada devido à baixa eficiência dos atrativos alimentares (ALUJA, 1994), decorrente em parte, do limitado raio de ação dos atrativos (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000). Neste estudo, adotou-se a densidade de quatro armadilhas por ha, conforme indicado por Salles (1995). Um ponto importante a ressaltar é a ausência de capturas de *C. capitata* nas armadilhas de monitoramento iscadas com a proteína hidrolisada BioAnastrepha® ao longo das três safras, o que levaria, em tese, à falhas no monitoramento da espécie.

5.3.3 Avaliação de injúrias

Na safra 2011/2012, a área submetida à captura massal não promoveu reduções significativas ($p>0,05$) na porcentagem de cachos danificados por adultos e larvas de mosca-das-frutas em comparação ao manejo convencional com aplicações sequenciais do inseticida fentiona em cobertura (Fig. 27).

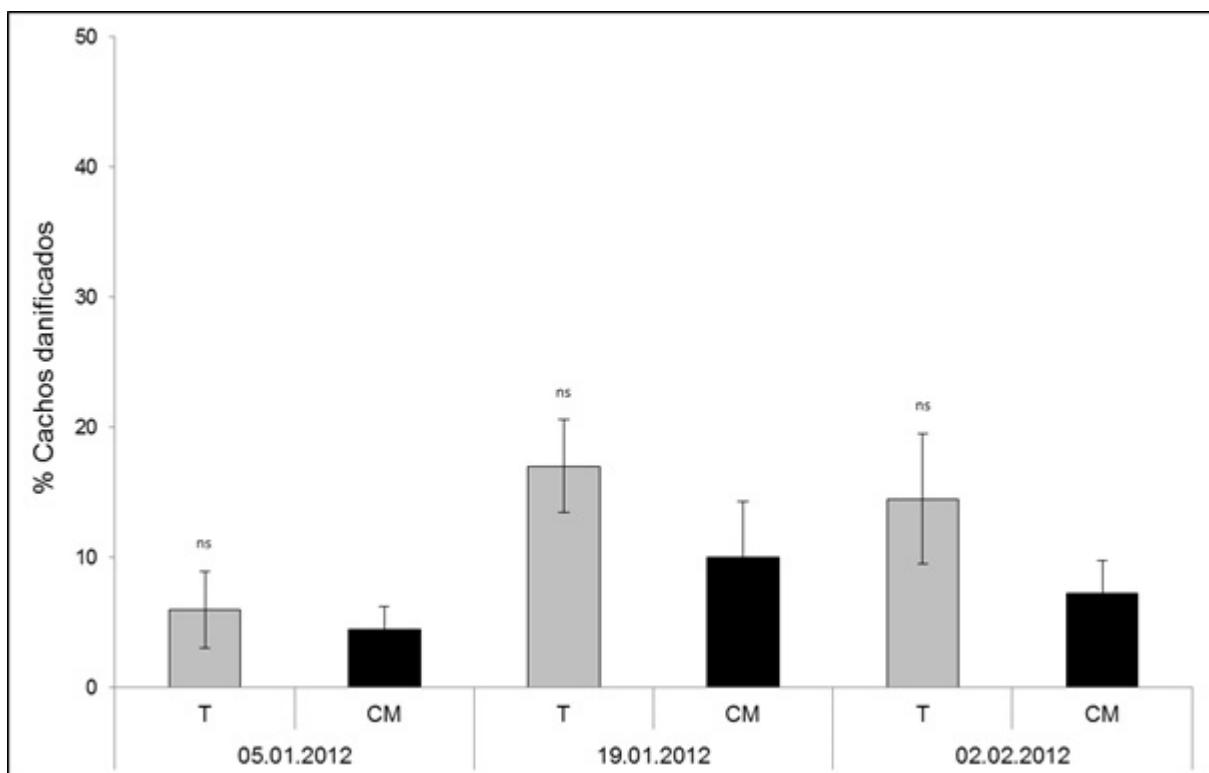


Figura 27. Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. 'Itália' danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de *Anastrepha fraterculus* no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2011/2012.

Legenda: T = testemunha, área manejada sob sistema convencional de produção utilizando inseticida fentiona e sem uso da técnica da captura massal; CM = área A1 manejada com o uso da técnica da captura massal utilizando proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 120 armadilhas por ha, distribuídas nas bordas. ns não significativo pelo teste t ($p>0,05$).

Durante a safra 2012/2013, a porcentagem de cachos danificados por adultos e larvas de mosca-das-frutas na área manejada com a técnica da captura massal foi significativamente menor em comparação ao manejo convencional, com reduções da ordem de 40,5% ($t=11,84$; $gl=1$; $p<0,05$), 58,1% ($t=18,56$; $gl=1$; $p<0,05$) e 41,3% ($t=12,08$; $gl=1$; $p<0,05$), para a primeira, segunda e terceira avaliações, respectivamente (Fig. 28).

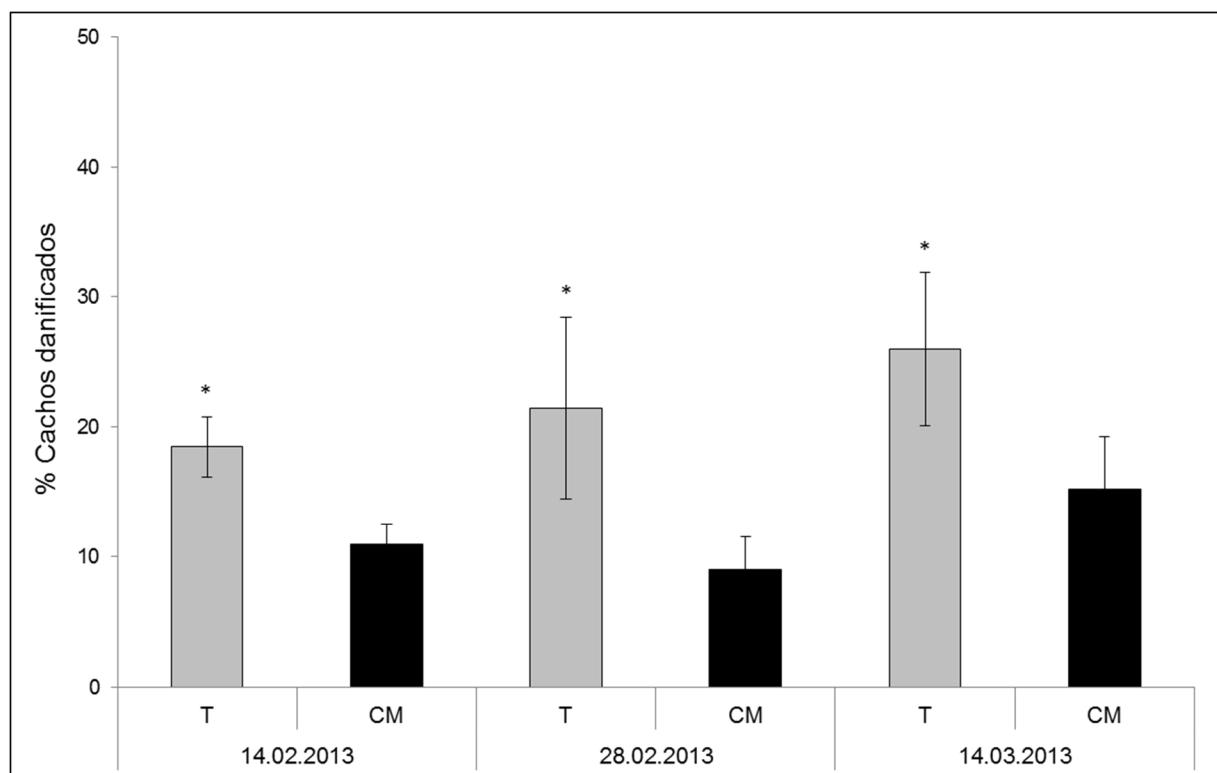


Figura 28. Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. 'Itália' danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de *Anastrepha fraterculus* no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2012/2013.

Legenda: T = testemunha, área manejada sob sistema convencional de produção utilizando inseticida fentiona e sem uso da técnica da captura massal; CM = áreas A1+A2 manejadas com o uso da técnica da captura massal utilizando proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 120 armadilhas por ha, distribuídas nas bordas. * diferença significativa pelo teste t ($p<0,05$).

Esses resultados demonstram uma redução média de 46,6% de cachos danificados por adultos e larvas de *A. fraterculus* na área com a captura massal durante a safra 2012/2013.

O inseticida organofosforado fentiona [*O,O-dimethyl O-(4-methylthio-m-tolyl phosphorothioate*], do grupo dos inibidores da enzima acetilcolinesterase, caracteriza-se por apresentar uma notória ação de contato (CRUZ; HUMERES; OLIVEIRA, 1997; SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; NONDILLO et al., 2007; EFROM et al., 2011), ingestão e profundidade (MACHOTA JR. et al., 2013c). Neste estudo, mesmo com aplicações sequenciais em cobertura de inseticida à base de fentiona em intervalos de 21 dias não foi possível manter a população de adultos de *A. fraterculus* abaixo do nível de controle (0,5 MAD) durante a safra 2012/2013 (Fig. 26), assim como não foi possível reduzir a porcentagem de cachos injuriados (Fig. 28). De acordo com Machota Jr. et al. (2013c), aplicações de fentiona em uvas finas de mesa sob

cobertura plástica reduziram o número médio de puncturas por fêmeas de *A. fraterculus* nas bagas, mas não impediram a ocorrência de lesões nos frutos. Neste trabalho, ao longo das duas safras em que a captura massal foi comparada com a aplicação da fentiona, o controle foi equivalente ou superior ao emprego do inseticida que era considerado referência para o controle da espécie.

No experimento conduzido na safra 2013/2014, foram registradas diferenças significativas ($p<0,05$) no percentual de dano causado pela mosca-das-frutas nas áreas com o uso da captura massal em comparação com a testemunha, neste caso com a aplicação da azadiractina (Fig. 29).

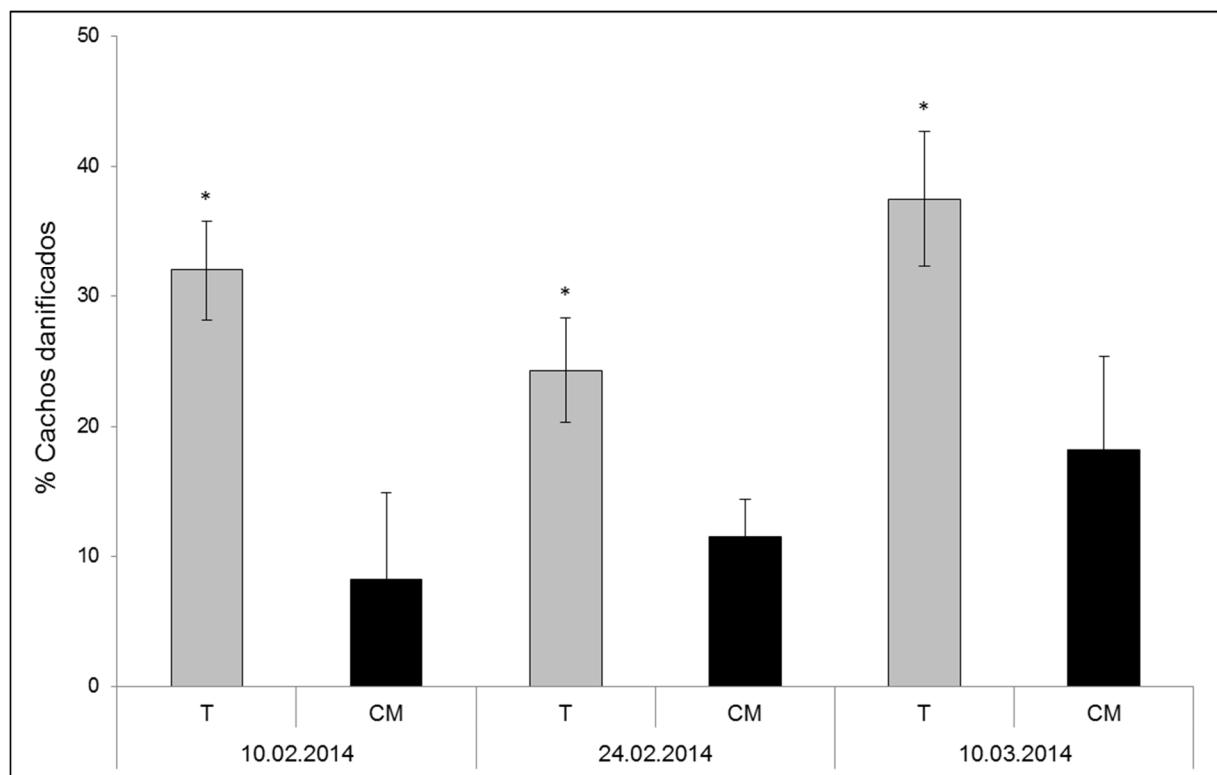


Figura 29. Porcentagem (%) de cachos de videira da cv. 'Itália' danificados por puncturas e/ou galerias causadas por adultos e larvas de *Anastrepha fraterculus* no período de colheita. Caxias do Sul, RS. Safra 2013/2014.

Legenda: T = testemunha, área manejada com aplicação de inseticida natural à base de azadiractina e sem uso da técnica da captura massal; CM = áreas A1+A2 manejadas com o uso da técnica da captura massal utilizando proteína hidrolisada CeraTrap® na densidade de 120 armadilhas por ha, distribuídas nas bordas. * diferença significativa pelo teste t ($p<0,05$).

Na safra 2013/2014, as áreas sob captura massal apresentaram significativas reduções de cachos danificados na ordem de 74,4% ($t=21,10$; $gl=1$; $p<0,05$) na primeira, 52,7% ($t=15,89$; $gl=1$; $p<0,05$) na segunda e 51,5% ($t=46,93,10$; $gl=1$;

$p<0,01$) na terceira avaliações, em comparação com a área manejada com aplicações de azadiractina. Esses resultados demonstram uma redução média de 59,5% de cachos danificados (puncturas e/ou galerias) por *A. fraterculus* na área com a captura massal. Ao longo das três avaliações, a porcentagem média de bagas danificadas por cacho também foi significativamente menor ($t=13,36$; $gl=1$; $p<0,05$) na área submetida a captura massal (2,3%) em comparação com a testemunha (4,5%).

Embora a azadiractina apresente efeitos subletais sobre a metamorfose, longevidade, reprodução e comportamento de diversos tefritídeos (STARK; VARGAS; THALMAN, 1990; CHEN et al., 1996; SILVA et al., 2013), neste estudo, o efeito repelente e/ou deterrente da azadiractina não impediu a atividade de oviposição e os danos em razão das puncturas e desenvolvimento larval. Resultado semelhante foi obtido por Efrom et al. (2011) e Bissoto-de-Oliveira, Redaelli e Sant'ana (2012) ao avaliarem em laboratório o efeito da azadiractina. Os autores constataram que o produto não inibiu a oviposição e o desenvolvimento larval de *A. fraterculus*. Em condições de campo, Machota Jr. et al. (2013c) ressaltam que a aplicação de inseticida à base de azadiractina e rotenona em uva fina de mesa sob cobertura plástica não reduziu o número médio de puncturas de *A. fraterculus* e não evitou a ocorrência de lesões em razão destes ferimentos nas bagas.

Com base nos resultados obtidos nas três safras, verificou-se que a técnica da captura massal de forma isolada não garante a ausência de danos nos frutos, porém, promove resultados similares aos obtidos pelo manejo convencional com o emprego de inseticidas. Estimativas de custos foram realizadas na Espanha e no México, utilizando armadilhas iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap® sobre populações de *Ceratitis* spp. e *Anastrepha* spp. Lucas-Espadas e Hermosilla-Cerón (2008a) obtiveram um custo de US\$175-200 por ha, empregando 120 armadilhas por ha, enquanto que Santos-Ramos et al. (2011) obtiveram um custo de US\$170-190 por ha empregando até 100 armadilhas por ha. Navarro-Llopis, Primo e Vacas (2012), ressaltam que, em cultivos de espécies frutíferas de alto valor agregado, o emprego da captura massal para o controle de populações de moscas-das-frutas mantém-se acessível mesmo com custos de entre US\$150-250 por ha. Em estudo anterior, Navarro-Llopis et al. (2008) haviam estimado os custos de controle químico convencional, com cinco aplicações em cobertura, entre US\$100 a 130-150 para inseticidas organofosforados e espinosade, respectivamente.

Mesmo em condições de elevadas populações de moscas-das-frutas, Alemany et al. (2004) indicam a possibilidade de um controle eficaz com o emprego crescente do número de armadilhas por área. Neste estudo, empregou-se a densidade máxima recomendada de 120 armadilhas por ha (BIOIBÉRICA, 2015). Considerando a taxa de câmbio⁴, no caso da produção de uvas finas de mesa sob cobertura plástica, o alto valor agregado da produção (US\$ 1,00 a 2,00/kg de fruta *in natura*), o custo da proteína hidrolisada CeraTrap® no mercado brasileiro (US\$ 8,00 a 9,00/L) e os baixos custos para aquisição e confecção das armadilhas “caça-moscas” a partir de garrafas PET (US\$ 0,17 a 0,23/armadilha), é possível a utilização da técnica, com uma correta densidade de armadilhas por área e um adequado manejo da população de adultos de moscas-das-frutas.

Como um aumento na densidade de armadilhas (>110 por ha) implica em maiores custos, diversos autores sugerem o uso combinado da captura massal e do emprego de iscas tóxicas como alternativa para o manejo de moscas-das-frutas (LEZA et al., 2008; MARTÍNEZ-FERRER; CAMPOS; FIBLA, 2012; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2012). Além disso, o manejo pode ser aprimorado com a adequação da densidade de armadilhas por área, emprego de iscas tóxicas no perímetro do vinhedo (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009) e/ou utilização de barreiras físicas como telas plásticas no entorno das áreas de produção (KAPATOS, 1989; MAU; JANG; VARGAS, 2007; JESSUP et al., 2007; STAMPS, 2009).

Trabalhos futuros deverão ser desenvolvidos visando o manejo de *A. fraterculus* em outras frutíferas de clima temperado, com ajustes na densidade de armadilhas, definição da época de instalação e possibilidade de aplicação da técnica em grandes áreas de produção de forma integrada com outras estratégias de manejo.

5.4 Conclusão

A captura massal é eficaz na supressão populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wied,. 1830) em cultivo de uvas finas de mesa sob cobertura plástica.

⁴ Conversão do dia (11/08/2015) – Banco Central do Brasil: US\$1,00 = R\$3,50.

6 Conclusões gerais

A proteína hidrolisada CeraTrap® é mais eficaz que os atrativos Torula® e BioAnastrepha para o monitoramento de *A. fraterculus* na cultura da videira.

Anastrepha fraterculus é a espécie de mosca-das-frutas predominante em vinhedos de uva fina da cv. ‘Moscato’ do município de Pinto Bandeira, RS.

A dinâmica populacional de *A. fraterculus* na cultura da videira não é afetada pelas variáveis climáticas precipitação pluviométrica, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

As proteínas hidrolisadas CeraTrap® e BioAnastrepha e a levedura Torula® são mais seletivas à *Apis mellifera* L. que o suco de uva e glicose invertida.

Armadilhas “caça-moscas” confeccionadas a partir de garrafas PET de 600mL com dois orifícios circulares de 7mm iscadas com a proteína hidrolisada Ceratrap® são eficazes para a captura de *A. fraterculus* na cultura da videira.

Armadilhas PET de 600 e 2000mL iscadas com a proteína hidrolisada Ceratrap® apresentam eficácia equivalente na captura de adultos de *A. fraterculus*.

O número de orifícios (dois ou quatro) de 7mm de diâmetro em armadilhas PET de 600 e 2000mL não influencia as capturas de adultos de *A. fraterculus*.

O número de orifícios (dois ou quatro) de 7mm de diâmetro em armadilhas PET de 600 e 2000mL influencia a taxa de evaporação da proteína hidrolisada CeraTrap®, com menor volume evaporado em armadilhas PET de 600mL contendo dois orifícios.

A presença de cobertura plástica na cultura da videira reduz as perdas por evaporação da proteína hidrolisada CeraTrap®.

A proteína hidrolisada CeraTrap® mantém a eficácia na captura de adultos de *A. fraterculus* por até 60 dias em condições de campo.

A captura massal é eficaz na supressão populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) em cultivo de uvas finas de mesa sob cobertura plástica.

7 Referências

- ADAMUCHIO, J. G.; SHUBER, J. M.; CARDOSO, N. A.; PASTORI, P. L.; POLTRONIERI, A. S. Influência da cor em armadilhas modelo McPhail para atração de mosca-das-frutas em pomares de pêssego. **Caatinga**, v.21, n.3, p.124-127, 2008.
- AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2014. 463p.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas. In: CASSINO, P. C. R.; RODRIGUES, W. C. (Eds.). **Citricultura Fluminense: principais pragas e seus inimigos naturais**. Seropédica: Universidade Rural, 2004. p.67-84.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SOUZA, J. F.; SOUZA, S. A. S.; LEAL, M. R.; COSTA, J. R.; MENEZES, E. B. **Armadilha PET para captura de adultos de moscas-das-frutas em pomares comerciais e domésticos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 8p. (Circular Técnica, 16).
- ALBERTI, S.; BOGUS, G. M.; GARCIA, F. R. M. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares de pêssego e maracujazeiro em Iraceminha. **Biotemas**, v.25, n.1, p.53-58, 2012.
- ALBERTI, S.; GARCIA, F. R. M.; BOGUS, G. M. Moscas-das-frutas em pomares de pêssego e maracujazeiro, no município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1565-1568, 2009.
- ALEMANY, A.; MIRANDA, M. A.; ALONSO, R.; MARTIN ESCORZA, C. Efficacy of *C. capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae) female mass trapping. Edge-effect and pest multiplier role of unmanaged fruit host. **Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas**, v.30, n.1, p.255-264, 2004.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; OLIVEIRA, F. C.; RAGA, A. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi and nematode on medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **BioAssay**, v.2, n.1, p.1-7, 2007.
- ALUJA, M. Bionomics and Management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v.39, n.1, p.155-178, 1994.
- ALUJA, M. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.4, p.565-594, 1999.

- ALUJA, M. Future trends in fruit fly management. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Eds.) **Fruit flies: biology and management**. New York: Springer, p.309-320, 1996.
- ALUJA, M.; CABRERA, M.; GUILLEN, J.; CELEDONIO, H.; AYORA, F. Behavior of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera:Tephritidae) on a wild mango tree (*Mangifera indica*) harbouring tree McPhail traps. **Insect Science and its Application**, v.10, n.3, p.309-318, 1989.
- ALUJA, M.; JIMÉNEZ, A.; CAMINO, M.; PIÑERO, J.; ALDANA, L.; CASTREJÓN, V.; VALDÉS, M. E. Habitat manipulation to reduce papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage: orchard design, use of trap crops and border trapping. **Journal of Economic Entomology**, v.90, n.1, p.1567-1576, 1997.
- ALVARENGA, C. D.; ALVES, D. A.; SILVA, M. A., LOPES, E. N.; LOPES, G. N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no Norte de Minas Gerais. **Caatinga**, v.23, n.2, p.25-31, 2010.
- 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.
- BARROS, M. D.; AMARAL, P. M.; MALAVASI, A. Comparison of glass and plastic McPhail traps in the capture of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v.74, n.3, p.467-468, 1991.
- BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.17, n.1, p.493-518, 1972.
- BATEMAN, M. A.; MORTON, T. C. The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies (Family: Tephritidae). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.32, n.1, p.883-903, 1981.
- BIOIBÉRICA – Bioibérica S.A. **CeraTrap®**. 2015. Disponível em: <https://www.bioiberica.com/plant-health/biological-attractants-1/cera-trap-1/> Acesso em: 14 jul 2015.
- BISOTTO-DE-OLIVEIRA, R.; REDAELLI, L. R.; SANT'ANA, J. Responses of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) to pesticides used in organic fruit production. **Revista Colombiana de Entomología**, v.38, n.2, p.238-242, 2012.
- 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.
- BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MACHOTA JR., R. Manejo de Pragas. In: GARRIDO, L. da R.; HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S. V. da (Eds.). **Produção integrada de uva para processamento: manejo de pragas e doenças**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. v.4, 85p.
- BOTTON, M.; HAJI, F. N. P.; HICKEL, E. R.; SORIA, S. de J.; VENTURA, M. U.; ROBERTO, S. R. **Sistema de Produção de uva de mesa no Norte do Paraná: Pragas da Videira**. Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Sistema de Produção, 10). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/pragas.htm#>. Acesso em: 11 jun. 2015.

- BOTTON, M.; HICKEL, E. R.; SORIA, S. de J. Pragas. In: FAJARDO, T. V. M. (Ed.). **Uvas para processamento: fitossanidade.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.82-107. (Frutas do Brasil, 35).
- BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J.; GRÜTZMACHER, A. D.; ROSA, J. M. da; MACHOTA JR., R.; Borges, R. Supressão necessária. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, p.10-13, 2014.
- BOTTON, M.; SORIA, S. de J.; HICKEL, E. R. **Manejo de pragas na cultura da videira: Vespas e abelhas.** Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves, RS, 2014. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/vespas.html>. Acesso em: 20 ago 2015.
- BOULAHIA-KHEDER, S.; LOUSSAÏF, F.; BEN HMIDÈNE, A.; TRABELSI, I.; JRAD, F.; AKKARI, Y.; FEZZANI, M. Evaluation of two IPM programs based on mass-trapping against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* on citrus orchards. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v.7, n.1, p.55-68, 2012.
- BRESSAN, S.; TELES, M. M. C.; CARVAJAL, S. S. R. Influência das cores e formas das armadilhas na caputar de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em condições naturais. Londrina, **Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil**, v.20, n.1, p.18-26, 1991.
- BROUMAS, T.; HANIOTAKIS, G.; LIAROPOULOS, C.; TOMAZOU, T.; RAGOUESSIS, N. The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.217-223, 2002.
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.144-149, 2011.
- CANESIN, A.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.1, p.185-190, 2007.
- CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.441-447, 2008.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; SALLES, L. A. B. Patogenicidade de *Paecilomyces fumosoroseus*, isolado CG 260 sobre larvas e pupas de *Anastrepha fraterculus* Wied. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.1, p.341-343, 1994.
- CARVALHO, R. S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais.** Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical: Cruz das Almas, 2005, 17p. (Circular Técnica, 75).
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para o controle de moscas-das-frutas. In: PARRA, J. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. 695p.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1917-1924, 2009.

- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.477-482, 2007.
- CHAVARRIA, G.; ZART, M.; BOTTON, M.; SANTOS, H. P. dos; MARODIN, G. A. B. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em cultivo protegido e convencional de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.725-731, 2009.
- CHEN, C.; DONG, Y.; CHENG, L.; HOU, R. F. Deterrent effect of neem seed kernel extract on oviposition of the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Guava. **Journal of Economic Entomology**, v.120, n.1, p.462-466, 1996.
- CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) com atrativos alimentares associados com inseticida e corante. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.2, p.247-255, 2000.
- CHRISTENSON, L. D.; FOOTE, R. H. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.5, n.1, p.171-192, 1960.
- CLADERA, J. L.; VILARDI, J. C.; JURI, M.; PAULIN, L. E.; GIARDINI, M. C.; CENDRA, P. V. G.; SEGURA, D. F.; LANZAVECCHIA, S. B. Genetics and biology of *Anastrepha fraterculus*: research supporting the use of the sterile insect technique (SIT) to control this pest in Argentina. **BMC Genetics**, v.15, n.S12, p.1-14, 2014.
- COHEN, H.; YUVAL, B. Perimeter trapping strategy to reduce Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage on different host species in Israel. **Journal of Economic Entomology**, v.93, n.1, p.721-725, 2000.
- CORNELIUS, M. L.; NERGEL, L.; DUAN, J. J.; MESSING, R. I. Responses of female oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to protein and host fruit odors in field cage and open field tests. **Environmental Entomology**, v.29, n.1, p.14-19, 2000.
- CRUZ, I. B.M.; HUMERES; E.; OLIVEIRA, A. K. Toxicity of fenthion to *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae): dose response analyses. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.471-479, 1997.
- CTPIM – Comissão Técnica da Produção Integrada de Maçãs. **Instrução Técnica CTPIM nº023 – 2005/2006**. Junho de 2006. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pim/instrucao_ctpim_2005-2006_023.pdf
Acesso em: 03 ago 2015.
- CUNNINGHAM, R. T.; NAKAGAWA, S.; SUDA, D. Y.; URAGO, T. Tephritid fruit fly trapping: liquid baits in high and low rainfall climates. **Journal of Economic Entomology**, v.7, n.1, p.762-63, 1978.
- CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J. S.; SOUZA, H. M. de. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. **Environmental Entomology**, v.11, n.1, p.1202-1210, 1982.
- DIAS, N. P.; SILVA, F. F. da. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Belém)**, v.57, n.1, p.29-34, 2014.

DIAS, N. P.; SILVA, F. F. da; ABREU, J. A. de; PAZINI, J. de B.; BOTTA, R. A. Nível de infestação de moscas-das-frutas em faixa de fronteira, no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, v.60, n.4, p.589-593, 2013.

DÍAZ-FLEISCHER, F.; ARREDONDO, J.; FLORES, S.; MONTOYA, P.; ALUJA, M. There is no magic fruit fly trap: Multiple biological factors influence the response of adult *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) individuals to Multilure traps baited with Biolure or Nulure. **Journal of Economic Entomology**, v.99, n.1, p.1184-1193, 2009.

DRUMMOND, F.; GRODEN, E.; PROKOPY, R. J. Comparative efficacy and optimal positioning of traps for monitoring apple maggot flies (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v.13, n.1, p.232-235, 1984.

DUYCK, P. F.; ROUSSE, P.; RYCKEWAERT, P.; FABRE, F.; QUILCICI, S. Influence of adding borax and modifying pH on effectiveness of food attractants for melon fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.97, n.1, p.1137-1141, 2004.

DYCK, V. A.; HENDRICH, J.; ROBINSON, A. S. **Sterile Insect Technique: Principles and practice in Area-wide Integrated Pest Management**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2005. 787p.

EFROM, C. F. S.; REDAELI, L. R.; MEIRELLES, R. N.; OURIQUE, C. B. Laboratory evaluation of phytosanitary products used for control of the South American Fruit Fly, *Anastrepha fraterculus* in organic farming. **Crop Protection**, v.30, n.1, p.1162-1167, 2011.

EICHHORN, K. W.; LORENZ, D. H. Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe. **European and Mediterranean Plant Protection Organization**, v.14, n.2, p.295-298, 1984.

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.

ENGELBRECHT, R.; HOLZ, G.; PRINGLE, K. L. Occurrence of fruit-decaying fungi on adult male Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*) captured in orchards and adjacent vineyards. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.25, n.1, p.48-53, 2004.

EPSKY, N. D.; HEATH, R. R. Exploiting the interactions of chemical and visual cues in behavioural control measures for pest tephritid fruit flies. **Florida Entomologist**, v.81, n.1, p.273-282, 1998.

EPSKY, N. D.; HEATH, R. R.; SIVINSKI, J. M.; CALKINS, C. O.; BARANOWSKI, R. M.; FRITZ, A. H. Evaluation of protein bait formulations for the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.76, n.1, p.626-635, 1993.

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.

FAO/IAEA – Food and Agriculture Organization/International Atomic Energy Agency. **Trapping manual for area wide fruit fly Programmes.** Insect Pest Control Section of the Joint FAO/IAEA Division, International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria, 2013. 46p.

FIORAVANÇO, J. C.; DOS SANTOS, R. S. **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2013. 239p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

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.

FUNDECITRUS. **Mosca-das-frutas**, 2013. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/21> Acesso em: 12 ago 2015.

FURTADO, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GALLI, J. C.; ROSA, M. F. da. Efeito de quatro atrativos alimentares na coleta de moscas-das-frutas e crisopídeos em pomar de goiaba. **Revista de Agricultura**, v.69, n.3, p.333-334, 1994.

GARCIA, F. R. M.; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região Oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.32, n.3, p.421-426, 2003a.

GARCIA, F.R.M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL, E. Avaliação de atrativos na captura de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied, 1830) (Diptera: Tephritidae). **Biociências**, v.7, n.1, p.43-50, 1999.

GARCIA, F. R. M; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.3, p.415-420, 2003b.

GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.15, n.1, p.1111-1117, 1998a.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Zoologia**, v.15, n.1, p.153-158, 1998b.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.1, n.1, p.71-75, 1999.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Lista documentada das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Ambiental Catarinense**, v.3, n.1, p.23-32, 2004.

GARCIA, F. R. M.; LARA, D. B. de. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Biotaemas**, v.19, n.3, p.65-70, 2006.

- GARCIA, F. R. M.; NORRBOM, A. L. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in southern Brazil. **Florida Entomologist**, n.94, v.2, p.151-157, 2011.
- GARCIA, F. R. M.; RICALDE, M. P. Augmentative Biological Control using parasitoids for fruit fly management in Brazil. **Insects**, v.4, p.55-70, 2013.
- GATTELLI, T.; SILVA, F. F. da; MEIRELLES, R. N.; REDAELLI, L. R.; DAL SOGLIO, F. K. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira 'Céu' na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.38, p.236-239, 2008.
- GÓMEZ-CLEMENTE, F. Experiencias de lucha contra la *Ceratitis capitata* Wied. Con cazamoscas de vidrio. **Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola**, v.4, p.21–38, 1929.
- GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O. R. **Principais doenças fúngicas da videira no Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1993. (EMBRAPA-CNPUV. Circular Técnica, 17).
- HAFSI, A.; HARBI, A.; RAHMOUNI, R.; CHERMITI, B. Evaluation of the efficiency of mass trapping of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisian citrus orchards using two types of traps: Ceratrap® and Tripack®. **Acta Horticulturae**, v.1065, p.1049-1056, 2015.
- HÄRTER, W. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; GONÇALVES, R. S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disruptão sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-oriental em pêssego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.229-235, 2010.
- HEATH, R. R.; EPSKY, N. D.; BLOEM, S.; BLOEM, K.; ACAJABON, F.; GUZMAN, A.; CHAMBERS, D. pH effect on the attractiveness of a corn hydrolysate to the Mediterranean fruit fly and several *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.87, n.4, p.1008-1013, 1994.
- HEATH, R. R.; VAZQUEZ, A.; SCHNELL, E. Q.; VILLAREAL, J.; KENDRA, P. E.; EPSKY, N. D. Dynamics of pH modification of an acidic protein bait used for tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.6, p.2371-2376, 2009.
- HEDSTRÖM, I.; JIMÉNEZ, J. Evaluación de campo de sustancias atrayentes en la captura de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae), plaga de frutales en América Tropical. II. Acetato de amônio y tórula boratada. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.32, n.2, p.319-322, 1988.
- HEDSTRÖM, I.; JIRÓN, L. F. Evaluación de campo de sustancias atrayentes en la captura de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae), plaga de frutales en América Tropical. I. Melaza y tórula. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.29, n.3/4, p.515-520, 1985.
- HENDRICH, J.; ROBINSON, A. S.; CAYOL, J. P.; ERKENLIN, W. Medfly area-wide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: the importance of mating behavior studies. **Florida Entomologist**, v.85, n.1, p.1-13, 2002.

- HERNANDES, J. L.; BLAIN, G. C.; PEDRO JUNIOR, M. J. Controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em cultivo orgânico de ameixa pelo ensacamento dos frutos com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1209-1213, 2013.
- HICKEL, E. R.; SCHUCK, E. Vespas e abelhas atacando a uva no Alto Vale do Rio do Peixe. **Agropecuária Catarinense**, v.8, n.1, p.38-40, 1995.
- HIRAMOTO, M. K.; ARITA-TSUTSUMI, L.; JANG, E. Test of effectiveness of newly formulated plastic matrix with methyl eugenol for monitoring *Bactrocera dorsalis* (Hendel) populations. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.38, n.1, p.103-110, 2006.
- IAEA – International Atomic Energy Agency. **Development of bait stations for fruit fly suppression in support of SIT**. Report and recommendations of a consultants group meeting. Mazatlan, Mexico; Vienna, Austria, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. **Estados**. SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>. Acesso em: 20 jul 2015.
- IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. **Dados estatísticos**, 2014 – Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/dados-estatisticos> Acesso em: 20 jul 2015.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Tempo**: Gráficos, 2015. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>. Acesso em: 25 jul 2015.
- 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.
- JANG, E. B. Effectiveness of plastic matrix lures and traps against *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera cucurbitae* in Hawaii. **Journal of Applied Entomology**, v.135, p.456-466, 2011.
- JANG, E. B.; MCQUATE, G.T.; MCINNIS, D.O.; HARRIS, E.J.; VARGAS, R.I.; BAUTISTA, R.C.; MAU, R. F. L. Targeted trapping, bait-spray, sanitation, sterile-male, and parasitoid releases in an area wide integrated melon fly (Diptera: Tephritidae) control program in Hawaii. **American Entomologist**, v.54, n.1, p.240-250, 2008.
- 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: VREYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S.; HENDRICHs, J. (Eds.) **Area-wide control of insect pests: from research to field implementation**. Dordrecht: Springer, 2007. p.685-697.
- JONES, O.T. Practical applications of pheromones and other semiochemicals. In: HOWSE, P.; STEVENS, I.; JONES, O.T. **Insect Pheromones and their Use in Pest Management**. London: Chapman & Hall, 1998. p.280-300.

- 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.
- KATSOYANNOS, B. I.; PAPADOPOULOS, N. T.; KOULOSSIS, N. A.; HEATH, R. R.; HENDRICHHS, J. Method of assessing the fertility of wild *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) females for use in sterile insect technique programs. **Journal of Economic Entomology**, v.92, n.1, p.590-597, 1999.
- KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2004. 85p. (Frutas do Brasil, 38).
- KOVALESKI, Adalécio. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica*) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Região de Vacaria, RS**. 1997. 122f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KOVALESKI, A.; BOTTON, M.; NAVA, D. E. Uso da técnica do inseto estéril no controle de *Anastrepha fraterculus*: um sonho ou uma alternativa viável para a fruticultura de clima temperado? In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia, GO. **Resumos...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão; Universidade Federal de Goiás, 2014.
- 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. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. (Circular Técnica, 34).
- KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicatta**, v.91, n.1, p.457-463, 1999.
- KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R.L.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Rio Grande do Sul. p.285-290. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000, 327p.
- 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.; HERRERA, F.; MIRANDA, E.; GÓMEZ, 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.1, p.1637-1645, 2015.
- 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.; 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.
- LEBLANC, L.; VARGAS, R. I.; RUBINOFF, D. Captures of pest fruit flies (Diptera: Tephritidae) and non-target insects in Biolure and torula yeast traps in Hawaii. **Environmental Entomology**, v.39, n.1, p.1626-1630, 2010.
- LEZA, M. M.; JUAN, A.; CAPLLONCH, M.; ALEMANY, A. Female-biased mass trapping vs. bait application techniques against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Dipt., Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v.132, n.1, p.753-761, 2008.
- LIPP, J.; SECCHI, V. A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para o controle das moscas-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.53-58, 2002.
- LLORENS, J. M.; MATAMOROS, E.; LUCAS, A.; MARÍN, C.; SIERRAS, N. Integrated control of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wied.) by mass trapping with an enzymatic hydrolyzed protein. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.38, n.1, p.150-156, 2008.
- LÓPEZ-GUILLÉN, G.; TOLEDO, J.; ROJAS, J. C. Response of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) to fruit odors and protein-based lures in field trials. **Florida Entomologist**, v.93, n.2, p.317-318, 2010.
- LÓPEZ-GUILLÉN, G.; VALLE, J.; LANDERAL, C.; ROJAS, J. Response of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) to visual and chemical cues under seminatural conditions. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.1, p.954-959, 2009.
- LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). **Viticulture Enology Science**, v.49, n.1, p.66-70, 1994.
- 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.
- LORENZATO, D.; CHOUENE, E. C. Flutuação populacional, efeitos da temperatura e manejo de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* em pomares de macieira (*Malus domestica* Bork.) no município de Farroupilha, RS. **Agronomia Sul Rio Grandense**, v.21, n.2, p.297-319, 1985.
- LORENZATO, D.; GRELLMANN, E. O.; CHOUÈNE, E. C. Monitoramento e manejo de mosca-dasfrutas do gênero *Anastrepha* em pomares de macieiras, pereiras e pessegueiros no município de Veranópolis, RS. **Agronomia Sulriograndense**, v.22, n.1, p.103-134, 1986.
- LUCAS-ESPADAS, A.; HERMOSILLA-CERÓN, A. Eficacia de Ceratrap® y otros atrayentes y mosqueros, en el control de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) en cítricos. **Levante Agrícola**, v.390, n.1, p.159-167, 2008a.
- LUCAS-ESPADAS, A.; HERMOSILLA-CERÓN, A. Eficacia de Ceratrap® y otros atrayentes y mosqueros, en el control de mosca de fruta (*Ceratitis capitata*) en uva de mesa. **Agrícola Vergel**, v.319, n.1, p.304-310, 2008b.

- LUCAS-ESPADAS, A.; HERMOSILLA-CERÓN, A. Evaluación de la eficacia en la captura de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) de varios mosqueros y cebos, en cultivos de cítricos. **Levante Agrícola**, v.390, n.1, p.169-178, 2008c.
- LUQUE-LÓPEZ, E.; PEREDA-CRUZ, L. La selectividad de las trampas "Olipe" (atrayente: cebos alimenticios) en la captura de la mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Gmelin). **Toll Negre**, v.2, p.24-33, 2003.
- MACHADO, A. E.; SALLES, L. A. B.; LOECK, A. E. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.,) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.3, p.573-578, 1995.
- MACHOTA JR., R.; BORTOLI, L. C.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A. D. Fungi that cause rot in bunches of grape identified in adult fruit flies (*Anastrepha fraterculus*) (Diptera: Tephritidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.73, n.2, p.196-201, 2013a.
- MACHOTA JR., R.; BORTOLI, L. C.; LOECK, A. E.; GARCIA, F.R.M.; BOTTON, M. Estratégia atrativa. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v.81, n.1, p.20-23, 2013b.
- MACHOTA JR., R.; BORTOLI, L. C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de Anastrepha fraterculus (Weid., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).
- MACHOTA JR., R.; FORMOLO, R.; BERNARDI, D.; BOTTON, M.; RUFATO, L. Efeito de inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em uva de mesa 'Itália' sob cultivo protegido. **Investigación Agraria**, v.15, n.2, p.113-120, 2013c.
- MALAVASI, A. Áreas livres ou de baixa prevalência. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p. p.175-181.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S. Programa Biofábrica Moscamed Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, Águas de São Pedro. **Resumos...** Águas de São Pedro: SEB, 2003. p.52.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Moscas-das-frutas no MIP-Citros. In: DONADIO, L. C.; GRAVENA, S. (Eds.) **III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-MIP**. Manejo integrado de pragas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1994. 310p.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2002. 327p.
- 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**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.
- MALO, E. A. Effect of bait decomposition time on capture of *Anastrepha* fruit flies. **Florida Entomologist**, v.75, n.2, p.272- 274, 1992.
- MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2007 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa CNPUV, 2007. 6p. (Comunicado Técnico, 76).

- MARÍN, C.; SIERRAS, N.; CARRIÓN, M.; BOTTA, A.; PIÑOL, R. Biological control of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) with CeraTrap in citrus. In: SUGAYAMA, R. L.; ZUCCHI, R. A.; OVRUSKI, S. M.; SIVINSKI, J. (Eds.). **Proceedings of the 7th International Fruit Fly Symposium**, Salvador, Bahia, Brazil, 10-15 September 2006.
- MARTINEZ, A. J.; SALINAS, E. J.; RENDON, P. Capture of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) with multilure traps and Biolure attractants in Guatemala. **Florida Entomologist**, v.90, n.1, p.258-263, 2007.
- MARTINEZ, N. B. de; GODOY, F. J. Distanciamiento entre trampas McPhail en la captura de adultos de *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae). **Agronomia Tropical**, v.37, n.1/3, p.121-124, 1987.
- 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.; HENDRICHES, J. (Eds.) **Area-wide control of insect pests**. Vienna: Springer, 2007.
- MAZOR, M. Competitiveness of fertilizers with proteinaceous baits applied in Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) control. **Crop Protection**, v.28, n.4, p. 314-318, 2009.
- MAZOR, M.; GOTHLIF, S; GALUN, R. The role of ammonia in the attraction of females of the Mediterranean fruit fly to protein hydrolysate baits. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.43, n.1, p.25-29, 1987.
- MCPHAIL, M. Protein lures for fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, v.32, p.758-761, 1939.
- MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2012**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 5p (Comunicado Técnico, 137).
- MENDONÇA, M. da C.; NASCIMENTO, A. S. do; MELO, A. S. de. Eficiência de atratividade da isca fotoativa para moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Revista Ciência Agronômica**, v.34, n.2, p.147-152, 2003.
- MONTEIRO, L. B.; MIO, L. L. M. de; MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M.; CUQUEL, F. L. Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de mosca-das-frutas em pessegueiro na Lapa - PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.72-74, 2007.
- MONTOYA, P.; LIEDO, P.; BENREY, B.; CANCINO, J.; BARRERA, J. F.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.18, n.1, p.216-224, 2000.
- MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T; SANTOS, H. P.; ZANARDI, O. Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.148-153, 2008.

- MUNFORD, J. D.; NORTON, G. A. Economics of decision making in Pest Management. **Annual Review of Entomology**, v.29, n.1, p.157-174, 1984.
- NACHTIGAL, J. C.; SCHNEIDER, E. P. **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 68p. (Documentos, 65).
- NACHTIGAL, J. C.; BOTTON, M.; SANTOS, H. P. dos; GARRIDO, L. da R.; HILLEBRAND, F.; ONSI, G.; BELLÉ, V. **Recomendações para produção de uvas de mesa em cultivo protegido na região da Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 28p. (Documentos, 70).
- NASCIMENTO, A. S., CARVALHO, R. S. Pragas da mangueira. In: SOBRINHO, R. B.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.211-212.
- NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.(Ed.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000. p.109-112.
- NAVA, D. E. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 20p. (Documentos, 208).
- NAVA, D.E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pêssegoiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29p. (Documentos, 315).
- NAVA, D. E.; MELO, M.; NUNES, A. M.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M. Mosca em surto. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, p.26-29, 2008.
- 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.126-131, 2008.
- 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.923-927, 2014.
- 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.; 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.
- NONDILLO, A.; ZANARDI, O. Z.; AFONSO, A.P.S.; BENEDETTI, A. J.; BOTTON, M. Efeito de inseticidas neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. **BioAssay**, v.2, n.1, p.1-9, 2007.

- NORA, I. Mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*) (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae). In: EPAGRI (Ed.) **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: EPAGRI/JICA, 2001. 341p.
- 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. 327p.
- NORA, I.; SUGIURA, T. Pragas da pereira. In: EPAGRI (Ed.) **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: EPAGRI/JICA, 2001. 341p.
- NUNES, A. M. **Moscas frugívoras (Tephritoidea), seus parasitóides e estudos bioecológicos de Anastrepha fraterculus (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e Doryctobracon areolatus (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2010. 90f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- NUNES, A. M.; MÜLLER, F. A.; GONÇALVES, R. da S.; GARCIA, M. S.; COSTA, V. A.; NAVA, D. E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.6-12, 2012.
- NUNES, A. M.; NAVA, D. E.; MÜLLER, F. A.; GONÇALVES, R. da S.; GARCIA, M. S. Biology and parasitic potential of *Doryctobracon areolatus* on *Anastrepha fraterculus* larvae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1, p.669-671, 2011.
- 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.
- OLIVEIRA, Ida Maria de. **Análise faunística, caracterização de injúrias e efeito repelente de azadiractina a vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em parreirais do município de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul**. Pelotas, 2014. 60f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2014.
- ORTH, A. I.; RIBEIRO, L. G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, 1986. p.341-379.
- PAIVA, P. E. B.; PARRA, J. R. P. Hydrogenionic potential (pH) of the attractant, trap density and control threshold for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on Hamlin oranges in São Paulo Central region, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.464-470, 2013.
- PARANHOS, B. J. P.; MOREIRA, F. R. B.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; MOREIRA, A. N. **Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 11p.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Update world map of the Köppen-Geiger Climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.1, p.1633-1644, 2007.

- PEREA-CASTELLANOS, C.; DIANA PÉREZ-STAPLES, D.; LIEDO, P.; DÍAZ-FLEISCHER, F. Escape of Mexican fruit flies from traps baited with CeraTrap and effect of lure feeding on reproduction and survival. **Journal of Economic Entomology**, v.108, n.4, p.1720-1727, 2015.
- PEREIRA, R.; YUVAL, B.; LIEDO, P.; TEAL, P. E. A.; SHELLY, T. E.; MCINNIS, D. O.; HENDRICHES, J. Improving sterile male performance in support of programmes integrating the sterile insect technique against fruit flies. **Journal of Applied Entomology**, v.137, n.S1, p.178-190, 2013.
- PEREIRA-RÊGO, D. R. G.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; SCHAFFER, N. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtaceas nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, v.6, n.2, p.141-145, 2013.
- PIÑERO, J.; ALUJA, M.; VÁZQUEZ, A.; EQUIHUA, M.; VARÓN, J. Human urine and chicken feces as fruit fly (Diptera: Tephritidae) attractants for resource-poor fruit growers. **Journal of Economic Entomology**, v.96, n.2, p.334-340, 2003.
- PIÑERO, J. C.; ENKERLIN, W.; EPSKY, N. D. Recent developments and applications of bait stations for Integrated Pest Management of Tephritid fruit flies, p.457-492. In: 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.
- PLANES, S. **Plagas del campo**. Servicio Agronómico Nacional. Estación de Patología Vegetal de Burjasot (Valencia). Madrid: Graficas Uguina, 1936.
- POGERRE, Patrícia. **Efeito de atrativos alimentares para monitoramento, flutuação populacional de adultos e efeito do dano causado por *Anastrepha fraterculus* (Weidemann, 1830) (Diptera:Tephritidae) em videira sobre as características físico-químicas e sensoriais do vinho Moscato**. Embrapa. 2007. 38f. Monografia (Tecnóloga em Viticultura e Enologia) - Curso Superior de Viticultura e Enologia: Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, RS.
- PRIMO-MILLO, E.; ARGILÉS-HERRERO, R.; ALFARO-LASSALA, F. Plan de actuación contra la mosca de las frutas (*Ceratitis capitata*) en la comunidad valenciana. **Phytoma**, v.153, n.1, p.127-130, 2003.
- PROKOPY, R. J. Stepwise progress toward IPM and sustainable agriculture. **IPM Practitioner**, v.15, n.1, p.1-4, 1993.
- PROKOPY, R. J. Visual responses of apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae): orchard studies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.11, n.1, p.403-422, 1968.
- PROKOPY, R. J.; ECONOMOPOULOS, A. P. Attraction of laboratory-cultured and wild *Dacus oleae* flies to sticky-coated McPhail traps of different colors and odors. **Environmental Entomology**, v.4, n.1, p.187-192, 1975.
- PROKOPY, R. J.; JÁCOME, I.; BIGURRA, E. An index for assigning distances between odor-baited spheres on perimeter trees of orchards for control of apple maggot flies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.115, n.1, p.371-377, 2005.

- RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v.26, n.2, p.307-322, 2005.
- RAGA, A.; MACHADO, R. A.; DINARDO, W.; STRIKIS, P. C. Eficácia de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas em pomar de citros. **Bragantia**, v.65, n.2, p.337-345, 2006.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Effect of spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. **Neotropical Entomology**, v.34, p.815-822, 2005.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Toxicity of neonicotinoids to *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Plant Protection Research**, v.51, p.413-419, 2011.
- RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. de; SATO, M. E.; CERÁVOLO, L. C. Dinâmica populacional de adultos de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de citros de Presidente Prudente-SP. **Arquivos Instituto Biológico**, v.63, n.2, p.23-28, 1996.
- 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.
- REVIS, H. C.; MILLER, N. W.; VARGAS, R. I. Effects of aging and dilution on attraction and toxicity of GF-120 fruit fly bait spray for melon fly control in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.97, n.1, p.1659-1666, 2004.
- ROBACKER, D. C. Specific hunger in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): effects on attractiveness of proteinaceous and fruit-derived lures. **Environmental Entomology**, v.20, n.1, p.1680-1686, 1991.
- ROBACKER, D. C.; CZOKAJLO, D. Effect of propylene glycol antifreeze on captures of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) in traps baited with BioLures and AFF lures. **Florida Entomologist**, v.89, n.1, p.286-287, 2006.
- ROBACKER, D. C.; MORENO, D. S.; WOLFENBARGER, D. A. Effects of trap color, height, and placement around trees on capture of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.412-419, 1990.
- ROBERTO, S. R.; COLOMBO, L. A.; ASSIS, A. M. de. Revisão: Cultivo Protegido em Viticultura. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.26, n.1, p.11-16, 2011.
- RODRIGUES-DESTÉFANO, R. H.; BECHARA, I. J.; MESSIAS, C. L.; PIEDRABUENA, A. E. 2005. Effectiveness of *Metarrhizium anisopliae* against immature stages of *Anastrepha fraterculus* fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, v.36, n.1, p.94-99, 2005.
- RODRIGUES NETTO, S. M.; CAMPOS, T. B.; ISHIMURA, I. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em cultura orgânica de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae) no município de São Roque, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.1, p.213-215, 2004.

- ROS, J. P.; WONG, E.; OLIVERO, J.; CASTILLO, E. Mejora de mosqueros atrayentes y sistemas de retención contra la mosca Mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. Cómo hacer de la técnica del trampolín masivo una buena herramienta para controlar esta plaga. **Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas**, v.28, n.1, p.591-597, 2002.
- RUIZ, C. G.; JIMÉNEZ, D. C. Efecto de atrayentes para prevención de mosca de la fruta en guayaba en Temascaltepec, México. **Revista Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**, v.4, n.7, p.1-14, 2015.
- SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca das frutas sul-americana**. EMBRAPA/CPACT, Pelotas. 1995. 58p. (Boletim, 1).
- SALLES, L. A. B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Holos: Ribeirão Preto, p.81-86, 2000.
- SALLES, L. A. B. Colonização e dispersão de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em pomares de pêssego e macieira. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, n.1, p.37-42, 1999a.
- SALLES, L. A. B. Efeito do envelhecimento e da decomposição do atrativo na captura de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociências**, v.5, n.2, p.147-148, 1999b.
- SALLES, L. A. B. Emergência dos adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) durante o outono e inverno em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.1, p.63-69, 1993.
- SALLES, L. A. B. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na Região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.11, p.769-774, 1996.
- SALLES, L. A. B. Suco de frutas como atrativos para captura de adultos de moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera, Tephritidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.3, n.1, p.25-28, 1997.
- SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Inseticidas para controle da mosca-das-frutas. **Horti Sul**, v.1, n.1, p.10-11, 1990a.
- SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pêssego no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, n.3, p.5-9, 1990b.
- SANTOS, H. P. dos; CHAVARRIA, G. Cultivo de videira em ambiente protegido. In: CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos. (Eds.) **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília: Embrapa, 2012. 278p.
- SANTOS, H. P. dos; CHAVARRIA, G. Cultivo protegido de videira: manejo fitossanitário, qualidade enológica e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.3, p.910-918, 2013.
- SANTOS, J. P. dos; WAMSER, A. F. Efeito do ensacamento de frutos sobre danos causados por fatores bióticos e abióticos em pomar orgânico de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.168-171, 2006.

- SANTOS, R. S. S. dos; KOVALESKI, A.; SANTOS, J. P. dos; RIBEIRO, L. G. Manejo Integrado de Pragas. Cap, 13. p.145-156. In: FIORAVANÇO, J. C.; SANTOS, R. S. S. dos. (Eds.) **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa, 2013. 239p.
- SANTOS-RAMOS, M. de los; BELLO, A.; PÉREZ, R. H.; LEAL, D. F. Effectiveness of bait station MS2® and food attractant Ceratrap® as an alternative for catching fruit flies in Veracruz, Mexico. **Interciencia**, v.37, n.1, p.279-83, 2012.
- 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.3/4, 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 pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsh). **Idesia (Arica)**, v.24, n.2, p.7-13, 2006.
- SELA, S.; NESTEL, D.; PINTO, R.; NEMNY-LAVY, E.; BAR-JOSEPH, M. Mediterranean fruit fly as a potential vector of bacterial pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**, v.71, n.1, p.4052-4056, 2005.
- SELAMI, E. A.; MILOUDI, M.; MARÍN, C.; SIERRAS, N. CeraTrap®, a mass trapping system for the control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* in citrus fruit crops. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.62, n.1, p.207-212, 2011.
- 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.
- SHELLY, T. E.; NISHIMOTO, J.; KURASHIMA, R. Captures of three economically important fruit fly species (Diptera: Tephritidae): evaluation of a solid formulation containing multiple male lures in a Hawaiian coffee field male lures in a Hawaiian coffee field. **Journal of Economic Entomology**, v.105, p.1186-1193, 2012.
- SIERRAS, N.; BARAM, R.; BAHAT, A.; GLICK, A.; MARÍN, C. Dacus Trap, a mass trapping system for the control of the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.79, n.1, p.121-126, 2012.
- SIERRAS, N.; MARIN, C.; CARRIÓN, M.; BOTTA, A.; PIÑOL, R. Biological solution for control of *Ceratitis capitata* by mass trapping. **Proceeding of the 22nd Annual Meeting of the International Society of Chemical Ecology**, July 2006, Barcelona, Spain, p.71, 2006.
- SILVA, F. F. da; MEIRELLES, R. N.; REDAELLI, L. R.; DAL SOGLIO, F. K. Diversity of flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in organic citrus orchards in the Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, n.1, p.666-670, 2006.

- SILVA, F. F. da; REDAELLI, L. R.; MEIRELLES, R. N.; DAL SOGLIO, F. K. Danos de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em citros, manejados no sistema orgânico de produção. **Ceres**, v.61, n.5, p.637-642, 2014.
- SILVA, M. A.; BEZERRA-SILVA, G. C. D.; VENDRAMIM, J. D.; MASTRANGELO, T. Sublethal effect of neem extract on mediterranean fruit fly adults. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.93-101, 2013.
- SIVINSKI, J. The past and potential of biological control of fruit flies. In: MCPHERON, B. A.; STECK, G. J. (Eds.) **Fruit fly pest. A World assessment of their biological and management**, p.369-375. Delray Beach: St. Lucie Press, 1996. 586p.
- SORIA, S. de J. **A mosca-da-fruta e seu controle**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1985. 3p. (Comunicado Técnico, 3).
- STAMPS, R. H. Use of colored shade netting in horticulture. **HortScience**, v.44, n.2, p.239-241, 2009.
- STARK, J. D.; VARGAS, R. I.; THALMAN, R. K. Azadirachtin effects on metamorphosis, longevity and reproduction of the three tephritid fruit fly species (Diptera). **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.6, p.2168-2174, 1990.
- STEYSKAL, G. C. **Pictorial key to species of the genus Anastrepha (Diptera: Tephritidae)**. Washington: The Entomological Society of Washington, 1977. 35p.
- TAN, K. H. Estimation of native populations of male *Dacus* spp. by Jolly's stochastic method using a new designed attractant trap in a village ecosystem. **Journal of Plant Protection in the Tropics**, v.2, n.1, p.87-95, 1985.
- TAUFER, M.; NASCIMENTO, J. C. do; CRUZ, I. B. M. da; OLIVEIRA, A. K. de. Efeito da temperatura na maturação ovariana e longevidade de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.639-648, 2000.
- TAYLOR, P. W.; PEREZ-STAPLES, D.; WELDON, C.W.; COLLINS, S. R.; FANSON, B. G.; YAP, S.; SMALLRIDGE, C. Post-teneral nutrition as an influence on reproductive development, sexual performance, and longevity of Queensland fruit flies. **Journal of Applied Entomology**, v.137, n.1, p.113-125, 2013.
- TEIXEIRA, R.; BOFF, M. I. C.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; BOFF, P. Efeito do ensacamento dos frutos no controle de pragas e doenças e na qualidade e maturação de maçãs 'Fuji Suprema'. **Bragantia**, v.70, n.3, p.688-695, 2011.
- TEIXEIRA, R.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P.; ZANARDI, O. Z. Atratividade de iscas alimentares comerciais para mosca-das-frutas em pomares de macieira. **Revista Agropecuária Catarinense**, v.23, n.1, p.84-88, 2010.
- THOMAS, D. B.; HOLLER, T. C.; HEATH, R. R.; SALINA, E. J.; MOSES, A. L. Trap-lure combinations for surveillance of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.84, n.1, p.344-351, 2001.
- TOLEDO, J.; CAMPOS, S. E.; FLORES, S.; LIEDO, P.; BARRERA, J. F.; VILLASEÑOR, A.; MONTOYA, P. Horizontal transmission of *Beauveria bassiana* in the Mexfly, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae), under laboratory and field-cage conditions. **Journal of Economic Entomology**, v.100, n.1, p.291-297, 2007.

- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos.** Tradução da 7^a Edição de Borror and Delong's: Introduction to the study of insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 810p.
- UCHIDA, G. K.; MACKEY, B. E.; VARGAS, R. I.; BEARDSLEY, J. W.; HARDY, D. E.; GOFF, M. L.; STARK, J. D. Response of non-target insects to methyl eugenol, cue-lure, trimedlure, and protein bait on Kauai Island, Hawaiian Islands. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.38, n.1, p.41-71, 2006.
- UCHIDA, G. K.; MCINNIS, D. O.; VARGAS, R. I.; KUMASHIRO, B. R.; JANG, E. Non-target arthropods captured in cue-lure baited bucket traps at area-wide pest management implementation sites in Kamuela and Kula, Hawaiian Islands. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.36, n.1, p.135-143, 2004.
- UCHOA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S., ZUCCHI, R. A. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.31, n.4, p.515-524, 2002.
- VARGAS, R. I.; PROKOPY, R. J. Attraction and feeding responses of melon fly and oriental fruit fly to protein baits containing spinosad. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.38, n.1, p.49-60, 2006.
- VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; QUEIROZ, M. V.; SILVA, R.M.R. Armadilhas para o monitoramento e controle das moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Wied.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.1, p.487-493, 1994.
- VILLAR, L.; CRUZ, M. C. M.; MOREIRA, R. A.; CURI, P. N. Atrativos alimentares na flutuação populacional de moscas-das-frutas e abelha irapuá. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.9, n.3, p.67-73, 2010.
- VISSEER, J. H. Host odor perception in phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v.31, n.1, p.121-144, 1986.
- WEBER, J.; HALSALL, C. J.; WARGENT, J. J.; PAUL, N. D. The aqueous photodegradation of fenitrothion under various agricultural plastics: Implications for pesticide longevity in agricultural 'micro-environments'. **Chemosphere**, v.76, n.1, p.147-150, 2009.
- ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O. A. Injúrias causadas por mosca-das-frutas sul-americana em cultivações de videira. **Bragantia**, v.70, n.1, p.64-71, 2011.
- 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).
- ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. Biology and fertility life table of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* on grape. **Bulletin of Insectology**, v.63, n.2, p.237-242, 2010.
- ZUANAZZI, J. V. Mosca-das-frutas, em curto prazo um panorama sombrio. **Jornal da Fruta**, Lages, v.1, n.256, p.20, 2012.

- ZUCCHI, R. A. 2015. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids.** Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/. Atualizado em: 11 mar 2015. Acesso em: 13 jul 2015.
- ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil.** Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.15-22.
- ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.13-24.