

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



Tese

**Eficácia de inseticidas e formulações de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata*
(Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**

Cléber Antonio Baronio

Pelotas, 2018

Cléber Antonio Baronio

**Eficácia de inseticidas e formulações de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata*
(Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**

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

Orientador: Dr. Marcos Botton

Coorientador: Dr. Flávio Roberto de Mello Garcia

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B111e Baronio, Cléber Antonio

Eficácia de inseticidas e formulações de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). / Cléber Antonio Baronio ; Marcos Botton, orientador ; Flávio Roberto de Mello Garcia, coorientador. — Pelotas, 2018.

152 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Mosca-do-mediterrâneo. 2. Atrai-e-mata. 3. Manejo integrado de pragas. 4. Toxicidade. 5. Controle químico. I. Botton, Marcos, orient. II. Garcia, Flávio Roberto de Mello, coorient. III. Título.

CDD : 632.9

Banca examinadora:

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

Professor, Dr. Anderson Dionei Grutzmacher
(Universidade Federal de Pelotas – UFPel)

Pesquisadora, Dra. Beatriz Aguiar Jordão Paranhos
(Embrapa Semiárido)

Pesquisador, Dr. Caio Stoffel Efrom
(Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - Fepagro)

Pesquisador, Dr. Dori Edson Nava
(Embrapa Clima Temperado)

Aos meus pais,
Dorneles José Baronio e Laurilei Fátima Baronio,
Pelo apoio, incentivo e compreensão em todos os momentos.

DEDICO E OFEREÇO

Agradecimentos

A Deus, que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como pos-graduando, mas que em todos os momentos é o maior mestre orientador que alguém pode conhecer.

Ao Dr. Marcos Botton (Orientador), Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, pela orientação, ensinamentos e confiança durante todo o processo do Doutorado, além do grande exemplo de profissionalismo.

Ao Dr. Flávio Roberto de Mello Garcia (Coorientador), professor do Departamento de Fitossanidade da FAEM/UFPel, pelos ensinamentos, orientação e profissionalismo exemplar.

Aos professores Dr. Alci Enimar Loeck, Dr. Anderson Dionei Grützmacher, Dr. Mauro Silveira Garcia, Dr. Dori Edson Nava, Dr. Uemerson da Silva Cunha, Dr. Flávio Roberto Mello Garcia e Dr. Marcos Botton, do PPGFs da FAEM/UFPel, pelos ensinamentos e à secretária do PPGFs Neide Ritter Quevedo por toda ajuda e atenção.

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.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Uva e Vinho) de Bento Gonçalves, RS e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (Epagri) de São Joaquim, pelo envolvimento e colaboração de funcionários de diversos setores e por permitir o uso das instalações da empresa durante a execução dos experimentos.

Aos pais Dorneles José Baronio e Laurilei Fátima Baronio e aos irmãos Andrei Josué Baronio e Andressa Maria Baronio, os quais têm demonstrado grande apoio, carinho, compreensão e participação em cada etapa da minha formação pessoal e profissional.

À assistente de pesquisa Vânia Sganzerla do Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, pelo profissionalismo exemplar e por todo o apoio no desenvolvimento dos trabalhos.

À Dra. Beatriz A. Jordão Paranhos, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, por todo o incentivo, amizade e exemplo profissional durante todo o período de pesquisa desenvolvido na região do Vale do São Francisco.

À Dra. Aline Nondillo, (pós-doc Embrapa) pela amizade e dedicação durante todo o processo de pesquisa no laboratório, pelas trocas de experiências e a convivência diária.

Aos colegas do laboratório de entomologia da Embrapa Uva e Vinho Inana Schutze, Morgana Baldin, Marcelo Nunes, Ligia Bortoli e Ruben Machota Jr. por toda a ajuda no desenvolvimento dos trabalhos e pelo companheirismo diário.

Aos colegas do PPGFs Adriane Duarte, Aline Costa Padilha, Daniele Schlesener, Fernanda Appel Muller, Heitor Lisboa, Juliano Pazzini, Jutiane Wollmann, Martin Groth e Naymã Pinto Diaz pela amizade e agradável convívio durante a realização do curso.

Aos colegas do laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho Vânia Zganzerla, Aline Nondillo, Aline Padilha, Inana Schutze, Marcelo Z. Nunes, Ruben Machota Jr, Lígia Caroline Bortoli, Joel Pasinato, Morgana Baldin, Aline Guindani, Simone Andzeiewski, Vitor Cezar Pacheco, Sabrina Lerin e Joatan Machado da Rosa, pela amizade, companheirismo e auxílio nos trabalhos do laboratório.

Aos colegas e funcionários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido Beatriz Paranhos, Farah de Castro Gama, Patricia de Oliveira, Rosamara Coelho, Jéssica Oliveira, Carla Assis, Diniz e Victor pelo suporte e auxílio no desenvolvimento dos trabalhos em Petrolina - PE.

Aos amigos da pousada da Embrapa Isadora, Isis, Juliele, Simone, Patrícia, Júlio, Jucenil, Marcelo, Cristina, Giseli, Carlos e Catherine, pelos momentos de descontração e amizade durante a minha estadia em Bento Gonçalves.

À empresa BASF, em nome dos funcionários Angela Myia, Ivan Faccioli Aguiar, Sérgio Korello, Pedro Henrique Emmed e Rômulo Ramalho e à Wisser representada por Chris Nazário por todo o suporte e parceria na realização dos experimentos em Petrolina-PE e região.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado.

Resumo

BARONIO, CLÉBER ANTONIO. **Eficácia de inseticidas e formulações de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**. 2018. 152f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas.

A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) é praga-chave na fruticultura mundial. O emprego de iscas tóxicas é uma das ferramentas para o manejo da espécie, principalmente no período de pré-colheita. Os objetivos desse trabalho foram: a) propor uma metodologia para avaliação de formulações de iscas tóxicas em laboratório; b) verificar quais formulações de iscas tóxicas são mais eficientes na ausência e sob chuva simulada; c) Conhecer o efeito de inseticidas de diferentes grupos químicos sobre adultos de *C. capitata* por contato ou ingestão de isca tóxica e o seu efeito sobre larvas no interior de frutos e, d) conhecer o efeito da aplicação das iscas tóxicas de pronto uso Gelsura® e Success® 0,02CB em cultivo comercial de uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L.). Todos os fatores avaliados para determinação da metodologia tiveram influência sobre o tempo letal da isca tóxica Success® 0,02CB. Como proposta de metodologia de avaliação, sugere-se a utilização de insetos com cinco a oito dias de idade após a emergência, provenientes de larvas criadas em dieta artificial, privados de alimentação por 12 horas, disponibilizando a isca tóxica isoladamente por um período mínimo de quatro horas. Gelsura®, Success® 0,02CB e os atrativos alimentares Anamed®, Biofruit, Flyral® e o melão de cana-de-açúcar contendo espinosade proporcionaram mortalidade superior a 80% até 14 dias após a aplicação na ausência de chuva. Gelsura® a 4.000 mg.L⁻¹ de alfa-cipermetrina e Anamed® + malationa ou espinosade apresentaram resistência à lavagem da chuva de até 25mm, enquanto as demais formulações não apresentaram efeito após chuva simulada. Os inseticidas espinetoram, espinosade, alfa-cipermetrina, clorpirifós, fosmete e malationa causaram mortalidade de adultos de *C. capitata* superiores a 80% tanto em aplicação tópica quanto por ingestão. Apenas espinetoram e clorpirifós apresentaram efeitos de profundidade, com 74 e 84 % de redução na infestação de larvas por fruto, respectivamente. Em áreas de cultivo de uvas finas de mesa, as iscas tóxicas Gelsura® na proporção de 1:2 de água (4,5 L.ha⁻¹ de calda) e Success® 0,02CB na proporção de 1:1,5 de água (4,0 L.ha⁻¹ de calda) reduzem a infestação de adultos de *C. capitata*, resultando em danos em bagas e cachos inferiores à testemunha sem controle e equivalentes ao emprego de inseticidas em pulverização. Conclui-se que em ensaio de laboratório deve-se fornecer gota de isca tóxica de 40µL por quatro horas sem dieta, ofertando a adultos criados em laboratório com cinco a oito dias de idade previamente privado de alimento por 12 horas. Quando não chove, pode-se aplicar as iscas tóxicas Gelsura®, Success® 0,02CB e os atrativos Anamed®, Biofruit e melão de cana-de-açúcar com espinosade. Quando chove, pode-se aplicar

Gelsura® a 4.000 mg.L⁻¹ de alfa-cipermetrina e Anamed® com malationa ou espinosade. Os inseticidas alfa-cipermetrina, espinetoram e espinosade são alternativas aos organofosforados no controle de adultos de *C. capitata* quando pulverizado ou pela ingestão de isca tóxica misturados com Biofruit (5%) sendo que o espinetoram reduz também o número de larvas vivas em frutos de maçã. Em áreas comerciais de uva fina de mesa, Gelsura® (4,5 L.ha⁻¹) e Success® 0,02CB (4,0L.ha⁻¹) podem ser utilizados em rotação com o manejo convencional.

Palavras-chave: mosca-do-mediterrâneo, atrai-e-mata, Manejo Integrado de Pragas, toxicidade, controle químico.

Abstract

BARONIO, CLÉBER ANTONIO. **Efficacy of insecticides and toxic bait formulations to *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae).** 2018. 152p. Thesis (Doctorate degree) – Plant Protection Graduate Program. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), is a key pest in world fruticulture, causing damage to all fruit species of economic importance in Brazil. The management of this pest is done using insecticides belonging to the organophosphorous, pyrethroids and spinosyns chemical groups which are used in cover sprays or toxic baits formulations, mixing insecticides with a food attractant, hydrolyzed protein or sugarcane molasses. The use of toxic baits is one of the tools for the management of this species, especially during the pre-harvest period, when fruit growers face restrictions on the use of insecticides in cover sprays. The objectives of this work were: a) to develop a methodology for the evaluation of toxic bait formulations in the laboratory; b) verify which toxic bait formulations are more efficient in a dry environment and under simulated rainfall; c) To know the effect of insecticides of different chemical groups on adults by contact or ingestion, on larvae and in a toxic bait formulation and d) to evaluate the efficacy of ready-to-use toxic baits Gelsura[®] and Success[®] 0.02CB applied in areas of fine grapes tables (*Vitis vinifera* L.). All the factors evaluated for determination of the methodology had influence on the lethal time. It is suggested the use of five to eight days old insects after emergence, from larvae raised in artificial diet, deprived of feeding for 12 hours, providing the toxic bait Success[®] 0.02CB alone for a minimum period of four hours. Lethal time 50 (LT₅₀ in hours) of the toxic baits was: 2.32 (Gelsura[®] at 4,000 mg.L⁻¹), 4.26 (Gelsura[®] at 2,000 mg.L⁻¹), 4.28 (Anamed + malathion), 4.89 (sugarcane molasses + malathion), 7.19 (sugarcane molasses + spinosad), 7.37 (Flyral[®] + malathion), 11.03 (Flyral[®] + Spinosade), 11.24 (Success[®] 0.02CB), 12.21 (Anamed[®] + spinosad), 12.36 (Biofruit + spinosad) and 17.15 (Biofruit + malathion). Gelsura[®] (2,000 mg.L⁻¹) and all formulations containing spinosad provided mortality greater than 80% up to 14 days after application in the absence of rainfall. Both Gelsura[®] concentrations and Anamed[®] + malathion and Anamed[®] + spinosad showed higher resistance to wash off up to 5mm, while the other formulations were washed, reducing their control efficiency. The insecticides spinetoram, spinosad, alpha-cypermethrin, chlorpyrifos, phosmet and malathion caused mortality of *C. capitata* adults over 80% both on topical and ingestion. Only chlorfenapyr, spinetoram and chlorpyrifos had significant effects on larvae inside apple fruits with 67, 74 and 84% efficacy. In the field, toxic bait Gelsura[®] (4.5 L.ha⁻¹ of spray solution) and Success[®] 0.02CB (4.0 L.ha⁻¹ of spray solution) reduced the number of *C. capitata* adults captured in the monitoring traps. resulting in average less than 0.22% (Gelsura[®]) and 1.00% (Success[®] 0.02CB) of grapes

damaged and less than 10% (Gelsura®) and 25% (Success® 0.02CB) of damages on bunches, compared to the treatment without insecticide (1.68% of berries and 25% of bunches with damage). The determination of a methodology allows to increase the reliability of the results obtained for the toxic baits, and from these studies, it is possible to verify which toxic baits based on alpha-cypermethrin, spinosad and malathion are efficient after aging and at the same time resist to precipitation. Later, it is possible to determine which insecticides are efficient to adults in the form of toxic bait or in cover spray, turning possible to choose the best alternative for field use., The ready-to-use baits Gelsura® and Success® 0.02CB reduce the adult level and the percentage of damages in berries and bunches caused by *C. capitata*, becoming important tools for the management of the Mediterranean fruit fly in vineyards.

Key-words: Mediterranean-fruit-fly, attract-and-kill, Integrated Pest Management, toxicity, chemical control.

Lista de figuras

Artigo 1

- Figura 1. Adultos de *Ceratitis capitata* alimentando-se de isca tóxica Success® 0,02CB, oferecida após privação de alimento por um período de 12 horas44
- Figura 2. Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* após o fornecimento da isca tóxica Success® 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, concomitantemente com água e água + dieta artificial em laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h)..45
- Figura 3. Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* após a ingestão da isca tóxica Success® 0.02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, ofertada por 1, 2, 4 e 8 horas em laboratório em laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h)....46
- Figura 4. Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* submetidos a ingestão da isca tóxica Success® 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, após períodos de privação de alimento de 0 (sem privação), 12 e 24 horas em laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h)..47
- Figura 5. Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* com idades de 1, 5 e 8 dias após a ingestão com a isca toxica Success® 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, em laboratório (T = 24 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h)..48
- Figura 6. Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* submetidos a teste de ingestão de quatro horas com a isca tóxica Success® 0,02CB, contendo 96mg.L⁻¹ de espinosade, cujas larvas desenvolveram-se em frutos de manga (*Mangifera indica* – selvagens) e dieta artificial (Laboratório – 100ª geração), em condições de laboratório (T = 24 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h)49

Artigo 3

- Figura 1. Número médio de larvas de *Ceratitis capitata* vivas ($N \pm EP$) por fruto (barras pretas) e percentual de mortalidade (Abbott, 1925) (barras cinzas) doze dias após a imersão (DAI) realizada 4 dias após a oviposição em frutos de maçã cv. 'Gala' em caldas inseticidas em laboratório ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$, $UR = 60 \pm 10\%$, fotofase = 12h)..... 96

Artigo 4

- Figura 1. Flutuação populacional de *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas Jackson e Mc-Phail em videira da cultivar 'Sugar Crisp' ao longo das sete semanas de avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura[®] (1:2 partes de água) e Success[®] 0,02CB (1:1,5 partes de água). Casa Nova, BA, fevereiro a março de 2017..... 133
- Figura 2. Flutuação populacional (MAD) de *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Arra-15' ao longo das sete semanas de avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura[®] (1:2 partes de água) e Success[®] 0,02CB (1:1,5 partes de água). Petrolina-PE, outubro a novembro de 2017..... 134
- Figura 3. Flutuação populacional (MAD) de *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Arra-15' ao longo das seis semanas de avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura[®] (1:2 partes de água) e Success[®] 0,02CB (1:1,5 partes de água). Lagoa Grande-PE, novembro/dezembro de 2017.....135
- Figura 4. Flutuação populacional (MAD) de *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Itália Muscat' ao longo das cinco semanas de avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura[®] (1:2 partes de água) e Success[®] 0,02CB (1:1,5 partes de água). Curaçá-BA, novembro/dezembro de 2017.....136

Lista de tabelas

Artigo 2

- Tabela 1. Tempo letal (TL_{50}) de formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *Ceratitis capitata* em laboratório (Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas).....74
- Tabela 2. Número de insetos vivos ($N \pm EP$) e percentual de mortalidade de *Ceratitis capitata* após 96 horas de exposição a resíduos de iscas tóxicas aos 0, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), na ausência de chuva.....75
- Tabela 3. Número de adultos ($N \pm EP$) de *Ceratitis capitata* vivos e percentual de mortalidade após 96 h de exposição a resíduos de iscas tóxicas expostas às lâminas de chuva simulada de 0, 5, 25 e 50mm na intensidade de 50 mm.h^{-1} ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$, $UR = 60 \pm 10\%$, fotofase = 12h).....76

Artigo 3

- Tabela 1. Inseticidas avaliados nos bioensaios com adultos e larvas de *Ceratitis capitata* em laboratório ($T = 24 \pm 2^\circ\text{C}$, $UR = 60 \pm 10\%$, fotofase = 12h)84
- Tabela 2. Número médio de insetos vivos ($N \pm EP$) e porcentagem de mortalidade (%M) de adultos de *Ceratitis capitata* 24, 48, 72 e 96 horas após a exposição dos tratamentos (HAET) com inseticidas em bioensaio de aplicação tópica (contato) e ingestão de isca tóxica, em laboratório ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$, $UR = 60 \pm 10\%$, fotofase = 12h)89
- Tabela 3. Tempos letais (TL_{50} e TL_{90}), em horas, de adultos de *C. capitata* expostos a aplicação tópica de inseticidas ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$, $UR = 60 \pm 10\%$, fotofase = 12h).92

Tabela 4.	Tempos letais (TL ₅₀ e TL ₉₀), em horas, de adultos de <i>C. capitata</i> via ingestão após o fornecimento de uma isca tóxica formulada com o atrativo Biofruit diluído a 5% (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).	94
-----------	--	----

Artigo 4.

Tabela 1.	Número médio (N±EP) de adultos de <i>Ceratitidis capitata</i> capturados por semana em armadilhas de monitoramento contendo o paraferomônio Trimedlure ou a proteína hidrolisada Ceratrap® em experimento de avaliação de iscas tóxicas.	137
Tabela 2.	Percentual médio (±EP) de bagas e cachos contendo danos por <i>Ceratitidis capitata</i> em uva fina de mesa 'Sugar Crisp'. Casa Nova-BA, março de 2017	138
Tabela 3.	Percentual médio (±EP) de bagas e cachos contendo danos por <i>Ceratitidis capitata</i> em uva fina de mesa 'Arra-15'. Petrolina-PE, novembro de 2017.	139
Tabela 4.	Percentual médio (±EP) de bagas e cachos contendo danos por <i>Ceratitidis capitata</i> em uvas finas de mesa 'Arra-15'. Lagoa Grande-PE, novembro de 2017.	140
Tabela 5.	Percentual médio (±EP) de bagas e cachos contendo danos por <i>Ceratitidis capitata</i> em uva fina de mesa 'Itália Muscat'. Curaçá-BA, dezembro de 2017	141

Sumário

Introdução geral	17
Artigo 1 - Fatores endógenos e exógenos associados a avaliação da eficácia de isca tóxica sobre adultos da Mosca-do-mediterrâneo em laboratório	24
Introdução.....	27
Material e métodos	30
Resultados.....	34
Discussão.....	36
Referências	40
Artigo 2 - Efeito de formulações de iscas tóxicas à base de alfa-cipermetrina, espinosade e malationa no controle de <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae)	50
Introdução.....	53
Material e Métodos	55
Resultados.....	59
Discussão	62
Referências	67
Artigo 3 - Inseticidas alternativos aos organofosforados para o controle de <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae)	77
Introdução.....	80
Material e Métodos	82
Resultados.....	87
Discussão	96
Referências	101
Artigo 4 - Controle de <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae) com iscas tóxicas em uvas finas de mesa	109
Introdução.....	112
Material e Métodos	115
Resultados.....	119
Discussão.....	124
Referências	129
Considerações finais	142
Referências Bibliográficas	144

Introdução Geral

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas com volume anual de 39,3 milhões de toneladas e área cultivada de 2,44 milhões de hectares (FAO, 2013). Uma das principais frutíferas cultivadas no País é a videira, que possui uma área plantada de aproximadamente 81 mil hectares distribuída desde o extremo Sul do País até regiões próximas à linha do equador (IBGE, 2017). Duas regiões se destacam sob o ponto de vista econômico, o Rio Grande do Sul que contribui em média com 777 milhões de quilos de uva por ano, e o polo de fruticultura irrigada Petrolina-Juazeiro, localizado no Submédio do Vale do Rio São Francisco - VSF (BRASIL, 2017a), responsável na última década por cerca do 99% das exportações de uvas finas de mesa de todo o Brasil (FERREIRA; LIRIO; MENDOZA, 2009; BRASIL, 2017b).

A região do VSF possui uma área cultivada de 8.523 hectares, com produtividade média anual de 30 a 40 toneladas por hectare e com possibilidade de realizar até duas safras e meia por ano (SILVA; COELHO, 2004; SOUZA-LEÃO, 2004; IBGE, 2017), sendo que uma das principais pragas que ocorre na cultura da videira é a mosca-das-frutas.

Dentre as espécies de moscas-das-frutas que ocorrem na região, merece destaque a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae), uma espécie polífaga, com 361 espécies de plantas hospedeiras registradas em todo o mundo, distribuídas em 63 famílias (LIQUIDO et al., 1991, 2013; MCQUATE; LIQUIDO, 2017) e cosmopolita, sendo considerada uma das principais espécies-praga da fruticultura mundial (JOACHIM-BRAVO et al., 2001; VERA et al., 2002; PAPADOPOULOS et al., 2013; SHELLY et al., 2014). A mosca-do-mediterrâneo caracteriza-se por apresentar flutuação populacional diretamente relacionada à disponibilidade de hospedeiros e condições climáticas de uma determinada região (PARANHOS et al., 2008). No Brasil, a espécie possui 93 hospedeiros distribuídos em 27 famílias botânicas, sendo que a espécie é considerada ausente apenas nos estados do Amazonas e Sergipe (ZUCCHI, 2012; ADAIME et al., 2017).

A duração do ciclo de vida de *C. capitata*, assim como nos demais tefritídeos, é influenciada por fatores abióticos e bióticos tais como: temperatura, umidade relativa, condições fisiológicas e tipo de hospedeiro, dentre outros (KRAINACKER; CAREY; VARGAS, 1987; SELIVON, 2000, VARGAS et al., 2000; ARREDONDO; DIAS-FLEISCHER; PEREZ-STAPLES, 2010). Em geral, a duração do período ovo-adulto varia entre 17 a 29 dias, sendo que resultados de estudos biológicos em maçã (*Malus sylvestris* Mill.) e em uva (*Vitis vinifera* L.) comprovaram que o ciclo biológico pode-se prolongar por mais de 30 dias (KRAINACKER; CAREY; VARGAS, 1987; PAPACHRISTOS; PAPADOPOULOS; NANOS, 2008; ZANARDI et al., 2011).

Por ser uma espécie polífaga e cosmopolita, em locais de clima tropical, com ampla diversidade de fruteiras e com características climáticas que possibilitam uma disponibilidade constante de frutos maduros, a população de adultos de *C. capitata* se mantém em níveis elevados durante praticamente todo o ano (PARANHOS et al., 2008). Na região do Sub-Médio do Vale do Rio São Francisco, a espécie é considerada um dos principais problemas fitossanitários que afetam a produção e a comercialização de frutas, resultando em danos diretos que reduzem a quantidade e a qualidade dos frutos (PARANHOS; GÓMEZ, 2008; MORELLI et al., 2012). Seguindo a escala de desenvolvimento fenológico da videira, de Eichhorn e Lorenz (1977), o início da infestação e o aparecimento de danos causados pela mosca-do-mediterrâneo ocorrem aos 60 a 80 dias após a poda (grão ervilha – pré-maturação).

A maior infestação e percentual de bagas com danos ocorre no início da maturação fenológica, aos 90 a 100 dias após a poda (GÓMEZ et al., 2008; GÓMEZ, 2016). Uma característica da praga na videira é a sua difícil adaptação, apresentando uma viabilidade larval em uvas finas de mesa de epiderme clara entre 39,6 e 40,6% nas cultivares 'Crimson' e 'Itália', respectivamente (GÓMEZ, 2016).

Além dos danos diretos, existem restrições quarentenárias ao comércio internacional de frutas frescas devido à presença de larvas e/ou pela detecção de resíduos de inseticidas utilizados para o controle da praga (PARANHOS et al., 2008; MORELLI et al., 2012). A presença de *C. capitata* é um entrave à comercialização de uvas finas de mesa, pois onera o custo de produção devido a necessidade de certificação fitossanitária para fins de exportação (PARANHOS; GÓMEZ, 2008; GÓMEZ, 2016), além de demandar tratamento a frio na pós-colheita visando eliminar os ovos e as larvas presentes nas bagas, previamente ao envio das cargas (DUARTE; MALAVASI, 2000; GODOY; PACHECO; MALAVASI, 2011; GÓMEZ, 2016).

Para o manejo de *C. capitata*, a pulverização em cobertura com inseticidas é uma das principais práticas de manejo empregadas pelos fruticultores (NAVA; BOTTON, 2010). Entretanto, os impactos ambientais associados são elevados e estão relacionados à baixa seletividade aos inimigos naturais e insetos polinizadores, além de grande período de carência dos principais inseticidas (LORENZATO, 1988; SALLES, 1995; SCOZ et al., 2004; NAVA; BOTTON, 2010). Dentre os principais agentes letais utilizados no controle de moscas-das-frutas, seja em aplicações de cobertura ou em formulações de iscas tóxicas, estão os organofosforados, piretróides e as espinosinas (MANGAN; MORENO, 2007; URBANEJA et al., 2009; EPSKY et al., 2012; NAVARRO-LLOPIS et al., 2013, 2015; RAHMAN, BROUGHTON, 2016). Historicamente, os inseticidas organofosforados foram os mais empregados no controle da praga por apresentarem efeito sobre adultos e larvas (RAHMAN; BROUGHTON, 2016). No Brasil, até o ano de 2010, os inseticidas fentiona (Lebaycid®) e triclorfon (Dipterex®) eram os principais inseticidas empregados no controle das principais espécies de moscas-das-frutas nas diferentes espécies frutíferas cultivadas no País (SCOZ; BOTTON; GARCIA, 2004; PARANHOS; BARBOSA, 2005; PARANHOS et al., 2008; MACHOTA Jr. et al., 2013; BOTTON et al., 2016). Por apresentar elevada toxicidade, baixa seletividade aos inimigos naturais e longo período de carência, esses produtos foram retirados do mercado (SCOZ et al., 2004; ANVISA RDC 37/2010; NAVA; BOTTON, 2010; BOTTON et al., 2016).

Como alternativa aos organofosforados, os produtores têm utilizado principalmente inseticidas piretróides (RAGA, 2005), neonicotinóides (RAGA; SATO, 2011; MORELLI; PARANHOS; COSTA, 2012; ARAÚJO et al., 2013) e espinosinas (RAGA; SATO, 2005, 2016; PARANHOS et al., 2008), além de extratos de plantas (ALVARENGA et al., 2012; MACHOTA JR. et al., 2013; SILVA et al., 2013; 2015) no manejo da mosca-do-mediterrâneo, existindo poucas informações sobre o efeito desses e dos novos grupos químicos sobre as diferentes fases de desenvolvimento do inseto.

Uma alternativa para o manejo da mosca-do-mediterrâneo é o uso de tecnologias de atrai e mata ('attract and kill'), como as iscas tóxicas, que consistem na associação de um atrativo alimentar com um agente letal (MANGAN; MORENO, 2007; URBANEJA et al., 2009; EPSKY et al., 2012; NAVARRO-LLOPIS; PRIMO; VACAS, 2013). Dentre as vantagens do emprego de iscas tóxicas, destacam-se a ausência de resíduos nos frutos, devido à aplicação ser direcionada ao tronco ou folhas das

plantas, menor efeito sobre inimigos naturais, menor quantidade de calda (inseticida e água) aplicada nos pomares e, como geralmente as infestações são originárias de hospedeiros localizados fora dos pomares (PARANHOS et al., 2008; PARANHOS; GÓMEZ, 2008), a isca tóxica permite estabelecer uma barreira tóxica que atua reduzindo a infestação. Em comparação às pulverizações em cobertura, o uso de iscas tóxicas reduz em até dez vezes a quantidade de ingrediente ativo aplicada no ambiente (VARIKOU et al., 2016; YEE; ALSTON, 2016), além de minimizar a ocorrência de resíduos nos frutos, devido à aplicação ser localizada sem atingir diretamente os frutos (EL-SAYED et al., 2009; CABRERA-MARÍN; LIEDO; SÁNCHEZ, 2016).

Esta estratégia de controle tem sido preconizada há mais de 100 anos, tendo seu início com o emprego de soluções açucaradas com inseticidas inorgânicos tais como sais de arsênico (HOWARD, 1898; MORENO; MANGAN, 2000). Na metade do século XX, foi avaliado o efeito de diversos inseticidas como o aldrin, clordane, dieldrin, DDT e parathion em formulações com açúcar, proteínas hidrolisadas e da mistura entre ambos sobre adultos de *C. capitata* e *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) em áreas de banana *Musa acuminata* L., manga *Mangifera indica* L. e goiaba *Psidium guajava* L. no Havaí (STEINER, 1952). No Brasil, há relatos da utilização de iscas tóxicas desde a década de 30 (BITANCOURT; FONSECA; AUTUORI, 1933), no qual os autores recomendavam a utilização de arsenato de chumbo (100 mL) em misturas com açúcar mascavo ou melado de cana-de-açúcar (2,5 Kg) e água (100 L). Posteriormente, com o desenvolvimento de inseticidas sintéticos, passou-se a utilizar misturas de iscas tóxicas a base de melaço de cana-de-açúcar a 5% ou 0,5 a 1% de proteína hidrolisada em mistura com inseticidas, em um volume de 100 a 200mL de calda por planta, cobrindo 1m² da copa da mesma com o auxílio de uma broxa ou vassoura (ORLANDO; SAMPAIO, 1973).

Atualmente, as iscas tóxicas têm como base um atrativo (carboidrato ou proteína hidrolisada) associado a um inseticida como agente letal, método preconizado dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP) para o controle de moscas-das-frutas em diferentes regiões do Brasil e do mundo (STARK et al., 2004; RAGA; SATO, 2005; MANGAN; MORENO; THOMPSON., 2006; VARGAS; PROKOPY, 2006; CHUECA et al., 2007; RUIZ et al., 2008; URBANEJA et al., 2009; NAVA; BOTTON, 2010; MANRAKHAN et al., 2013; BORGES et al., 2015; BOTTON et al., 2016). Diversas substâncias são recomendadas para a elaboração de iscas tóxicas no Brasil,

e estas podem conter diferentes ingredientes, tais como açúcares, proteínas, feromônios e voláteis de plantas (RAGA; SATO, 2006; BORGES et al., 2015; HÄRTER et al., 2015; RAGA; VIEIRA, 2015). Por serem utilizadas em pequeno volume por hectare e aplicadas nas plantas (geralmente nos ramos) dos pomares, as iscas tóxicas possibilitam um efeito reduzido sobre insetos benéficos (CABRERA-MARÍN et al., 2016). Outras vantagens significativas são a aplicação em menores áreas, controle da população no início da infestação, redução da porcentagem de frutos com injúrias por reduzir o número de posturas realizadas por fêmeas de *C. capitata* e menor risco de contaminação dos frutos por resíduos, visto que, além da quantidade empregada ser 10 vezes menor que a pulverização em cobertura, o jato é dirigido ao tronco, estacas e folhas das plantas (NAVA; BOTTON, 2010; VARIKOU et al., 2016; YEE; ALSTON, 2016).

No Brasil, melaço de cana-de-açúcar, sucos de frutas e as proteínas hidrolisadas são atrativos empregados em muitas áreas frutícolas, tanto para monitoramento como para o preparo de iscas tóxicas (MONTES; RAGA, 2006; MORELLI; PARANHOS; COSTA, 2012; ARAÚJO et al., 2013). As formulações de iscas tóxicas empregadas no manejo da mosca-do-mediterrâneo geralmente são diluídas em baixas concentrações de proteína hidrolisadas de origem vegetal (3 a 5%) ou melaço de cana-de-açúcar (5 a 7%) e pulverizadas em área total (MORELLI; PARANHOS; COSTA, 2012; ARAÚJO et al., 2013). Recentemente, foi introduzida no mercado brasileiro a proteína hidrolisada de origem animal Flyral® (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha), a qual possui elevado grau de pureza e percentual de proteína hidrolisada (36%), podendo apresentar vantagens na sua utilização em formulações de iscas tóxicas (BIOIBERICA, 2017). Como desvantagem dessas formulações destaca-se a baixa resistência a lavagem pela água da chuva, havendo a necessidade de se realizar aplicações frequentes.

Em meados dos anos 2000, foi disponibilizada comercialmente no Brasil a isca tóxica de pronto uso Success® 0,02CB, registrada em outros países como GF-120®, a qual utiliza como princípio ativo o inseticida espinosade (DOW ELANCO, 1994). O Success® 0,02CB tem sido utilizado com sucesso no controle de várias espécies de moscas-das-frutas no mundo e até hoje é considerada a isca tóxica padrão utilizada em programas de erradicação de moscas-das-frutas (STARK et al., 2004; CHUECA et al., 2007; PARANHOS et al., 2008; RUIZ et al., 2008). Entretanto, a sua utilização em alguns casos tem sido limitada devido à ocorrência de

fitotoxicidade nas folhas e frutas de algumas frutíferas (DELURY; THISTLEWOOD; ROUTLEDGE, 2009; MANRAKHAN; STEPHEN; CRONJE, 2015), dificuldade de aplicação em ultra-baixo volume, custo superior às proteínas hidrolisadas e ser facilmente lavada pela chuva.

O atrativo alimentar Anamed[®] (Isca Tecnologias, Ijuí-RS) foi lançado no mercado em 2011, o qual utiliza a tecnologia SPLAT (Specialized Pheromone and Lure Application Technology[®]) que apresenta um incremento considerável na persistência dos atrativos e do inseticida, em comparação com as formulações comerciais de iscas tóxicas líquidas (BORGES et al., 2015). A formulação contém óleos e ceras que conferem maior resistência à lavagem pela chuva, proteção aos raios solares e liberação gradual do componente ativo no ambiente, prolongando assim a vida útil dos compostos ativos que estão incorporados no mesmo. A recomendação de aplicação do Anamed[®] é de um 1 kg/ha distribuídos em 400m de borda do pomar (ISCA TECNOLOGIAS, 2017), quantidade muito inferior as aplicações de iscas tóxicas líquidas à base de melaço ou proteínas hidrolisadas utilizadas comumente pelos produtores.

Uma formulação de isca tóxica de pronto uso, Gelsura[®] (BASF), encontra-se em fase de avaliação no Brasil (BOTTON et al., 2016). A isca é composta por uma matriz de polímeros que conferem maior resistência à degradação pela luz solar e chuva, tendo como ingrediente ativo o piretroide alfa-cipermetrina a 0,6%, além de atrativos alimentares à base de proteínas e um paraferomônio - mistura de isômeros tetra-butil,4-5-cloro-2-metilciclohexano-1-carboxilato, conhecido como trimedlure (BEROZA et al., 1961), específico para atração de machos da mosca-do-mediterrâneo (NAKAGAWA et al., 1971; RUIZ, 2013), o que a diferencia das demais por potencializar a capacidade atrativa da isca tóxica a adultos da praga (VARGAS et al., 2018), podendo ser aplicada com o auxílio de um pulverizador em troncos, folhas ou estacas de sustentação da cultura, em jatos de 10 a 15 mL, apresentando a vantagem de não ser fitotóxico nesta forma de aplicação.

Os dois fatores principais que devem ser considerados na escolha dos atrativos para formulação de iscas tóxicas são: a capacidade atrativa, que age na aproximação do inseto até o ponto ou local de aplicação da isca tóxica e a capacidade fagoestimulante ou resposta alimentar (MORENO; MANGAN, 2003; VARGAS et al., 2002), que contribui para o consumo da isca e permite a rápida intoxicação do inseto alvo. A falta de informações sobre metodologia de avaliação, deficiência em

publicações de resultados de pesquisas sobre iscas tóxicas e a falta de conhecimento sobre atrativos alimentares e formulações de iscas tóxicas disponíveis no Brasil contribui para a não utilização dessa técnica pelos fruticultores. Assim, os objetivos desse trabalho foram: a) propor uma metodologia para a avaliação da eficiência da isca tóxica Success® 0,02CB sobre adultos de *C. capitata* em laboratório, b) avaliar a letalidade e o efeito residual de formulações de iscas tóxicas com e sem chuva simulada, c) conhecer o efeito de inseticidas sobre adultos e larvas em laboratório e d) avaliar a aplicação das iscas tóxicas Gelsura® e Success® 0,02CB em áreas comerciais de uvas finas de mesa para o controle da praga.

Artigo 1 – Journal of Economic Entomology

Versão em português

Fatores endógenos e exógenos associados a eficácia de isca tóxica sobre adultos de

***Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em laboratório**

Baronio, C.A., Nunes, M.Z., Pasinato, J., Garcia, F.R.M., Botton, M.

1 Baronio et al.: Efficacy of toxic bait on
2 *Ceratitis capitata*
3 Journal of Economic Entomology
4 Ecotoxicology

C.A. Baronio
Rua Livramento, 515,
Bento Gonçalves
Rio Grande do Sul, Brazil
CEP: 95701-008
Phone: + 55 (54) 3455 8066
Fax: +55 (54) 3455 8117
E-mail: cleber.baronio@hotmail.com

7
8
9
10
11
12

13 **Fatores endógenos e exógenos associados a eficácia de isca tóxica sobre a mosca-**
14 **do-mediterrâneo em laboratório**

15
16
17
18
19
20

Cléber Antonio Baronio¹, Marcelo Zanelato Nunes¹, Joel Pasinato², Flávio Roberto de
Mello Garcia¹, Marcos Botton³

21 ¹ CA Baronio, MZ Nunes, FRM Garcia

22 Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Capão do Leão, RS, Brasil.

23

24 ² J Pasinato

25 Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS,

26 Brasil

27

28 ³ M Botton

29 Laboratório de Entomologia, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil

30 **Fatores endógenos e exógenos associados a eficácia de isca tóxica sobre a Mosca-**
31 **do-mediterrâneo em laboratório**

32

33 **Resumo** – A influência de fatores metodológicos na eficácia da isca tóxica Success[®] 0,02
34 CB sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) foi avaliada em laboratório
35 (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas). A disponibilidade
36 de alimento junto com a isca tóxica, o tempo de fornecimento da isca (1, 2, 4 e 8 horas),
37 a idade dos insetos (1, 5 e 8 dias), o período de privação de alimento previamente à oferta
38 da isca (0, 12, 24 horas) e a origem da população (selvagem e criada em dieta artificial)
39 foram avaliados como fatores a serem padronizados nas avaliações. Em cada repetição,
40 cinco casais de *C. capitata* foram liberados no interior de gaiolas contendo uma gota de
41 $40 \mu\text{L}$ da isca tóxica Success[®] 0,02CB (96 mg.L^{-1} de espinosade) determinando-se o
42 consumo das iscas através da pesagem antes e após a oferta aos insetos e avaliando-se o
43 número de insetos vivos de uma a 96 horas após a sua liberação. Os dados de
44 sobrevivência foram submetidos a análise de Kaplan-Meier, comparando-se as curvas de
45 sobrevivência pela análise log-rank e o consumo da isca tóxica foi comparado pelo teste
46 de Tukey a 5%. A oferta de isca tóxica + água sem dieta, a privação alimentar, idade e
47 origem da população interferiram no tempo e na mortalidade dos insetos. O emprego de
48 um período de privação alimentar de 12 horas, ofertando-se a isca tóxica por quatro horas
49 sem dieta a adultos de *C. capitata* criados em laboratório com cinco a oito dias de idade
50 é sugerido para avaliar formulações de iscas tóxicas em laboratório.

51 Termos para indexação: metodologia; espinosade; toxicidade; *Ceratitis capitata*.

52

53 **Factors associated to the efficacy of the toxic bait on adults of the Mediterranean**
54 **fruit fly in laboratory**

55

56 **Abstract** – The influence of metodological fators on the efficacy of the Success[®] 0.02CB
57 toxic bait on adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) was evaluated in
58 laboratory (temperature $25 \pm 1^\circ\text{C}$, relative humidity $70 \pm 10\%$ and photophase 12 hours).
59 The avalilability of food simultaneously with the toxic bait, bait supply time (1, 2, 4 and
60 8 hours), the period of food deprivation prior to the supply of the bait (0, 12 and 24 hours)
61 and population type (wild and reared on artificial diet) were evaluated as factors to be
62 standardized in the evaluations. Five fruit fly couples were released inside cages
63 containing a 40 uL of the Success[®] 0.02CB (96 mg.L^{-1} spinosad) and were evaluated the
64 bait consumption and the number of insects alive from one to 96 hours after its release.
65 Data were submitted to the Kaplan-Meier analysis and survival curves were compared by
66 the log-rank analysis. Toxic bait consumption was estimated by weighting the lids
67 containing the baits before and after they were provided to the insects and were compared
68 by the Tukey test at 5%. Provision of toxic bait + water without diet, food deprivation,
69 age and population type caused reduction on the lethal time of the insects. We suggest
70 that a toxic bait experiment use five to eight days old *C. capitata* adults reared in
71 laboratory, deprived of food for 12hours before offering the toxic bait for four hours
72 without diet to adults of *C. capitata* with five to eight days old reared in laboratory is
73 suggested to evaluate formulations of toxic baits in the laboratory.

74

75 **Index Terms:** methodology; spinosad; toxicity; Medfly, *Ceratitis capitata*.

76

77

Introdução

78

79 de mosca-das-frutas polífaga e cosmopolita, com elevada capacidade de causar dano

80 (Joachim-Bravo et al. 2001), sendo multivoltina, com ausência de diapausa de inverno no
81 estágio de pupa (Bateman 1976, Fletcher 1989, Garcia 2009). Mundialmente, a espécie
82 já foi detectada infestando 361 espécies hospedeiras pertencentes a 63 famílias botânicas,
83 apresentando capacidade para infestar até 538 espécies (McQuate e Liquido 2017). No
84 Brasil, a espécie foi detectada pela primeira vez em 1901 infestando pomares de citros
85 (Sapindales: Rutaceae) no estado de São Paulo (Ihering 1901), sendo que atualmente há
86 registros da ocorrência em 24 estados brasileiros, distribuídos em 93 espécies hospedeiras
87 pertencentes a 27 famílias botânicas (Zucchi 2012, Adaime et al. 2017). Devido ao
88 elevado número de hospedeiros e grande capacidade de dispersão da mosca-do-
89 mediterrâneo, especialmente em áreas de produção comercial de frutas, seu manejo é
90 desafiador, sendo que a principal estratégia adotada ainda consiste na aplicação de
91 inseticidas em cobertura (Morelli et al. 2012, Araújo et al. 2013, Botton et al. 2016).

92 A aplicação de iscas tóxicas em pulverizações aéreas ou terrestres é uma
93 alternativa para o manejo da praga (Raga e Sato 2005). Geralmente, as iscas tóxicas são
94 formuladas com um inseticida e um atrativo alimentar para atrair machos e fêmeas da
95 mosca-do-mediterrâneo (Medina et al. 2007). Por serem formuladas a partir de proteínas
96 e carboidratos e conter um agente letal, as iscas tóxicas agem atraindo e intoxicando os
97 adultos das moscas que estão em busca de fontes alimentares para manutenção das
98 reservas energéticas e maturação do aparato reprodutivo (Zucoloto 2000, Silva-Neto et
99 al. 2010, Raga e Sato 2016).

100 No Brasil, o melaço de cana-de-açúcar e proteínas hidrolisadas são os principais
101 atrativos utilizados no manejo da mosca-do-mediterrâneo, os quais são misturados a um
102 inseticida registrado para o cultivo em que há a ocorrência da praga (Morelli et al. 2012,
103 Araújo et al. 2013). Além das iscas tóxicas preparadas nas propriedades, também existem
104 formulações de pronto uso (Raga e Sato 2005, Flores et al. 2011, Härter et al. 2015, Botton

105 et al. 2016). A principal formulação de isca tóxica utilizada mundialmente é o Success®
106 0,02CB (= GF-120®), comercializada nos EUA e Europa e autorizada para emprego em
107 diversos cultivos no Brasil visando o controle de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830),
108 *Anastrepha obliqua* (Mcquart, 1835), *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 e
109 *C. capitata* em abacate, anonáceas, cacau, citros, kiwi, maçã, mamão, manga, maracujá e
110 romã (Agrofit 2017). De maneira geral, a formulação é empregada na proporção de uma
111 parte do produto comercial para 1,5 partes de água, resultando numa concentração de 96
112 mg.L⁻¹ do ingrediente ativo espinosade. A matriz dessa isca tóxica é composta pelo
113 atrativo Solbait®, que contém em sua composição acetato de amônio (1%), polietileno
114 glicol 200 (1%), polisorbato 60 (1%), óleo de soja (0,25%), invertose (15%), Solulis
115 (proteína hidrolisada obtida do milho) (2%), goma xantana (0,4%) e água, além do
116 inseticida espinosade a 0,02% (Moreno e Mangan 2002).

117 Para a mosca-do-mediterrâneo, estudos foram conduzidos em laboratório
118 visando avaliar o efeito de atrativos e agentes letais, etapa fundamental para o
119 desenvolvimento de novas formulações (Stark et al. 2004, Raga e Sato 2005, 2011,
120 Medina et al. 2007, Gazit et al. 2013). Entretanto, fatores como a origem dos insetos
121 quanto ao desenvolvimento larval, idade dos insetos, período de privação de alimento,
122 modo e tempo de disponibilização da isca tóxica podem levar a variações experimentais,
123 dificultando a replicação e a interpretação dos resultados. Além disso, não existe uma
124 padronização metodológica visando avaliar a eficiência de iscas tóxicas sobre *C. capitata*,
125 fazendo com que os pesquisadores utilizem metodologias descritas em experimentos
126 conduzidos com outras espécies (Bateman 1972, Zucoloto 2000), tais como *A. fraterculus*
127 (Raga e Sato 2005, Efrom et al. 2011, Borges et al. 2015, Härter et al. 2015), *Bactrocera*
128 *tryoni* (Froggatt, 1897) (Senior et al. 2017), *Rhagoletis indifferens* Curran, 1932 (Yee e

129 Alston 2016) e *Ceratitis cosyra* (Walker, 1849) (Manrakhan e Lux 2008) as quais
130 apresentam diferentes características biológicas e comportamentais.

131 Normalmente, as iscas tóxicas são ofertadas a adultos de *C. capitata*
132 provenientes da criação de laboratório em dietas artificiais (Raga e Sato 2011). A idade
133 dos insetos utilizados nos experimentos difere conforme o trabalho variando entre 2 a 5
134 dias (Raga e Sato 2005, 2006, 2011). Alguns trabalhos mencionaram utilizar privação
135 alimentar de duas (Raga e Sato 2011), 12 (Raga e Sato 2005, 2006) ou 24 horas (Gazit et
136 al. 2013) previamente à oferta de iscas tóxicas, o que influencia no consumo da isca tóxica
137 a ser avaliada. Também existem fatores como a forma e o tempo (Gazit et al. 2013) de
138 disponibilização das iscas aos insetos, que não têm sido levados em consideração para a
139 realização dos experimentos, mas que são determinantes na obtenção de resultados
140 confiáveis e replicáveis.

141 Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da idade, a origem de onde foi
142 obtida a população, tempo de privação de alimento, forma e tempo da disponibilização
143 da isca tóxica Success® 0,02CB sobre a mortalidade de adultos de *C. capitata* em
144 laboratório.

145

146 **Material e Métodos**

147 A população de *C. capitata* foi criada seguindo a metodologia proposta por
148 Machota-Jr et al. (2010), porém utilizando-se frutos artificiais e dieta artificial (Nunes et
149 al. 2013) como substrato para oviposição e desenvolvimento larval, respectivamente.

150 Todos os experimentos foram realizados utilizando potes plásticos de 300 mL
151 com dimensões de 12 x 10 cm sendo que cada um recebeu cinco casais da mosca-do-
152 mediterrâneo (Figura 1). Esse número foi definido considerando-se o tempo necessário

153 para realizar a avaliação e o risco de fuga dos adultos no momento das avaliações com
154 base em trabalhos prévios de laboratório (Medina et al. 2007, Gazit et al. 2013).

155 A isca tóxica utilizada nos experimentos foi o Success[®] 0,02 CB (Dow
156 Agrosiences – Santo Amaro - SP) diluída na proporção de uma parte de produto
157 comercial para 1,5 partes de água, resultando em uma concentração de 96 mg.L⁻¹ de
158 espinosade (Barry et al. 2006, Agrofit 2017). A isca tóxica foi oferecida na forma de gota
159 de 40 µL que corresponde a gotas de 5 a 6 mm de diâmetro, conforme recomendação do
160 fabricante, depositada sobre uma placa plástica de Poli Tereftalato de Etila (PET) de 1
161 cm², a qual permaneceu para secagem por duas horas em temperatura ambiente. Além da
162 isca tóxica, foi fornecida água destilada em recipientes plásticos (2cm de diâmetro x 1cm
163 de altura) forradas com algodão hidrofílico.

164 A isca tóxica foi fornecida pelo período de quatro horas, a qual foi substituída
165 posteriormente por dieta sólida composta por extrato de soja, gérmen de trigo e açúcar
166 mascavo (3:1:1) em tampas de 2 cm de diâmetro. Os tratamentos-controle foram
167 estabelecidos com insetos de mesma população e idade que passaram pelo mesmo período
168 de privação de alimento, porém, receberam apenas água destilada e dieta. As avaliações
169 foram realizadas após 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, registrando-se o número de insetos
170 mortos em cada repetição. Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento
171 experimental inteiramente casualizado com 20 repetições com cinco casais por tratamento
172 e repetidos duas vezes ao longo do tempo, totalizando 200 insetos por tratamento.

173 A quantidade de isca tóxica consumida por gaiola foi estimada através da
174 pesagem da lâmina em balança de precisão marca Mettler Toledo modelo MS204S/A01
175 contendo a gota da isca antes e após o seu fornecimento, corrigindo-se a quantidade de
176 produto evaporada através da pesagem de lâminas que não foram ofertadas aos insetos e
177 permaneceram nas mesmas condições.

178

179 Disponibilidade de alimento e tempo de fornecimento da isca tóxica

180 Os tratamentos foram constituídos pela oferta de dieta concomitantemente com
181 a isca tóxica Success[®] 0,02CB ou disponibilização exclusiva da isca tóxica. No
182 experimento seguinte, as iscas tóxicas foram fornecidas sem disponibilizar dieta por 1, 2,
183 4 e 8 horas. No controle foi fornecida dieta sólida desde o início do experimento.

184

185 Idade dos adultos

186 O efeito da idade dos adultos sobre a mortalidade de *C. capitata* decorrente da
187 ingestão da isca tóxica Success[®] 0,02CB foi avaliada utilizando insetos com idade de 1,
188 5 e 8 dias após a emergência, período em que as fêmeas possuem maior porcentagem de
189 ovários imaturos, em desenvolvimento e maduros, respectivamente (Arita 1982).

190

191 Período de privação de alimento previamente ao fornecimento da isca tóxica

192 Adultos foram submetidos a períodos de 12 e 24 horas de privação de alimento e
193 sem privação. Posteriormente, os mesmos foram transferidos para gaiolas contendo a isca
194 tóxica Success[®] 0,02CB e água. Os tratamentos-controle foram compostos por insetos
195 submetidos a cada um dos três períodos de privação com o fornecimento de dieta sólida
196 e água ao invés da isca tóxica.

197

198 Suscetibilidade de populações coletada no campo e de laboratório

199 Foram avaliados insetos provenientes de duas fontes distintas de desenvolvimento
200 larval: insetos de primeira geração a partir da coleta de larvas que se desenvolveram em
201 frutos de mangas (*Mangifera indica* L.) no município de Petrolina-PE, comparando com
202 insetos criados em laboratório (centésima geração) com dieta artificial (Nunes et al. 2013)

203 oriundos de coletas de larvas presentes em frutos de araçazeiro (*Psidium cattleianum*
204 Sabinae) no município de Pelotas-RS. Os adultos emergidos dos diferentes substratos de
205 desenvolvimento larval foram criados em gaiolas semitransparentes (41 x 29,5 x 30 cm
206 de comprimento, largura e altura, respectivamente) contendo água fornecida em esponjas
207 de poliuretano e dieta para adultos composta por extrato de soja, gérmen de trigo e açúcar
208 mascavo na proporção de 3:1:1. Como controle, foram utilizados insetos das respectivas
209 populações com o fornecimento apenas de dieta sólida ao invés da isca tóxica.

210

211 **Análise estatística**

212 Para a avaliação do efeito de cada tratamento sobre a sobrevivência dos insetos
213 foram determinadas as curvas de sobrevivência e os respectivos tempos letais através da
214 análise de Kaplan-Meier, comparando-se as curvas de sobrevivência pelo teste log-rank
215 através do programa SigmaPlot v.12 (Systat Software Inc., 2011). As análises de Kaplan-
216 Meier e log-rank também foram utilizadas para a comparação da mortalidade de machos
217 e fêmeas de cada tratamento em todos os experimentos. A quantidade de isca tóxica
218 consumida em cada tratamento foi estimada através da subtração do peso final (PF) do
219 peso inicial (PI) em cada placa, corrigindo-se a evaporação das placas avaliadas a outras
220 placas contendo a isca tóxica que permaneceram nas mesmas condições, sem exposição
221 aos insetos. Os dados de consumo nos experimentos de tempo de fornecimento de isca
222 tóxica, período de privação de alimento e efeito da idade de insetos sobre a mortalidade
223 foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a
224 5% de significância. No experimento para avaliar a forma de disponibilização da isca
225 tóxica e de populações, os dados foram submetidos ao teste t a 5% de significância.

226

227

Resultados**228 Disponibilidade de alimento concomitantemente à isca tóxica e tempo de
229 fornecimento da formulação**

230 Não foi encontrada diferença significativa entre as curvas de sobrevivência de
231 machos e fêmeas de *C. capitata* em todos os experimentos. As curvas de mortalidade
232 obtidas entre os tratamentos água + Success[®] 0,02 CB e água + Success[®] 0,02 CB + dieta
233 foram equivalentes ($P=0,935$). O TL_{50} encontrado para o tratamento no qual foi
234 disponibilizado água e isca tóxica foi de 31,17 horas ($IC_{95\%} = 27,72 - 34,61$). Já no
235 tratamento onde foi adicionada dieta além da água e da isca tóxica, o TL_{50} foi de 31,09
236 horas ($IC_{95\%} = 27,37 - 34,80$) (Figura 2). Além disso, foi observado um menor consumo
237 da isca tóxica quando a mesma foi fornecida juntamente com água e dieta artificial ($6,87$
238 $\pm 0,79$ mg) em relação a oferta da isca somente com água ($9,33 \pm 0,66$ mg) ($t = 5,71$; df
239 $= 19$; $P = 0,028$).

240 Houve diferença nas curvas de mortalidade dos insetos submetidos a uma hora
241 ($TL_{50} = 23,90$; $IC_{95\%} = 18,98 - 28,82$), duas horas ($TL_{50} = 24,01$; $IC_{95\%} = 20,16 - 27,86$),
242 quatro horas ($TL_{50} = 16,85$; $IC_{95\%} = 14,37 - 19,32$) e oito horas ($TL_{50} = 14,89$; $InC_{95\%} =$
243 $12,46 - 17,33$) de fornecimento da isca tóxica ($P < 0,001$) (Figura 3). Tal resultado pode
244 estar relacionado ao período de jejum em que os insetos foram submetidos (12 horas),
245 induzindo-os a apresentar alta resposta a isca tóxica, consumindo maior quantidade da
246 mesma.

247 Quanto ao consumo, houve diferença significativa no consumo da isca tóxica
248 Success[®] 0,02CB no grupo de insetos que recebeu a mesma por apenas uma hora ($2,28 \pm$
249 $0,24$ mg) e duas horas ($2,90 \pm 0,22$ mg), quando comparada aos tempos de quatro horas
250 ($4,45 \pm 0,31$ mg) e oito horas ($4,65 \pm 0,23$ mg) ($F = 20,59$; $df = 3$; $P < 0,0001$). Desta forma,
251 quando a mortalidade foi observada após 96 horas do início do experimento, verificou-se

252 uma resposta inferior do tratamento constituído por aqueles insetos expostos a isca tóxica
253 por uma hora (79%) em relação aqueles expostos por duas (98%), quatro (100) e oito
254 horas (100%) ($F = 8,071$; $df = 3$; $P < 0,0001$).

255

256 **Período de privação alimentar antes do fornecimento da isca tóxica**

257 Houve diferença nas curvas de sobrevivência entre os períodos de privação de
258 alimento avaliados, sendo que insetos privados de alimentação por 12 e 24 horas
259 apresentaram, respectivamente, mortalidades 37 e 62% mais rápida que aqueles que não
260 foram privados ($P \leq 0,001$). Os valores de TL_{50} obtidos foram de 24,72 ($IC_{95\%} = 21,51 -$
261 27,94) para o tratamento sem privação; 15,55 ($IC_{95\%} = 12,96 - 18,13$) para privação de 12
262 horas e $TL_{50} = 9,24$ ($IC_{95\%} = 6,83 - 11,65$) para privação de 24 horas (Figura 4). Também
263 foi verificada diferença significativa no consumo de isca tóxica ($F = 34,41$; $df = 2$; $P <$
264 $0,0001$), onde aqueles insetos que não sofreram privação de alimento, alimentaram-se de
265 menor quantidade da mesma ($2,28 \pm 0,19$ mg) em relação aos que sofreram privação
266 alimentar de 12 ($4,64 \pm 0,15$ mg) e 24 horas ($5,33 \pm 0,29$ mg).

267

268 **Idade de adultos**

269 Moscas com idades de 1, 5 e 8 dias responderam de forma diferente a isca tóxica
270 Success[®] 0,02CB ($P < 0,001$), com mortalidades 22 e 66% mais rápidas para 5 e 8 dias
271 de idade em comparação a insetos com 1 dia de idade, apresentando TL_{50} de 45,56 horas
272 ($IC_{95\%} = 36,18 - 54,94$); 35,51 horas ($IC_{95\%} = 31,14 - 38,88$) e 15,51 horas ($IC_{95\%} = 12,95$
273 $- 18,07$), respectivamente (Figura 5). Da mesma forma, verificou-se uma menor ingestão
274 de isca tóxica por insetos com um dia de idade ($0,93 \pm 0,17$ mg), a qual foi semelhante a
275 insetos com cinco dias de idade ($1,57 \pm 0,20$ mg), mas inferior aos com oito dias de idade
276 ($2,00 \pm 0,19$ mg) ($F = 8,34$; $df = 2$; $P \leq 0,002$).

277

278 Susceptibilidade de populações

279 Insetos oriundos de dieta artificial apresentaram TL₅₀ inferior àqueles cujas larvas
280 se desenvolveram em mangas ($P < 0,001$) (Figura 6). O TL₅₀ obtido para insetos
281 provenientes de dieta artificial foi de 11,16 horas (IC_{95%}= 9,84 - 12,47), enquanto que
282 aqueles originados de mangas apresentaram TL₅₀ de 18,11 horas (IC_{95%}= 14,22 - 22,00).
283 Não foram observadas diferenças significativas relativas ao consumo dos insetos
284 provenientes de diferentes larvas selvagens criadas em manga e de laboratório criadas em
285 dieta artificial ($1,75 \pm 0,37$ mg e $2,22 \pm 0,19$ m, respectivamente) ($F = 3,31$; $t \geq 0,05$).

286

287

Discussão

288 Adultos de *C. capitata* se alimentaram das gotas contendo a isca tóxica em todos
289 os experimentos. Um dos principais fatores que influenciam na eficiência de iscas tóxicas
290 é o efeito fagoestimulante da formulação, considerando que de maneira geral, fêmeas
291 consomem uma grande quantidade de proteína hidrolisada, enquanto que machos da
292 mesma idade consomem maiores quantidades de sacarose (Galun et al. 1985). Contudo,
293 não foi encontrada diferença entre as curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *C.*
294 *capitata* em todos os experimentos, devendo-se considerar que a formulação Success®
295 0,02CB possui ambas as características desejáveis em termos de atratividade e eficiência.

296 O trabalho demonstrou que o emprego de uma metodologia adequada para
297 avaliar a eficiência de iscas tóxicas é imprescindível na obtenção de resultados
298 satisfatórios e confiáveis. Desta forma, ao trabalhar os parâmetros período de privação
299 alimentar, tempo e oferta da isca tóxica, em conjunto com outra fonte alimentar (dieta
300 artificial), pôde-se verificar a resposta comportamental dos indivíduos, principalmente
301 pela necessidade dos mesmos em obter alimentos para sua manutenção e também ao seu

302 desenvolvimento fisiológico (Bateman e Morton 1981, Zucoloto 1988, 2000, Silva-Neto
303 et al. 2010, Raga e Sato 2016). No entanto, estas necessidades podem ser influenciadas
304 por outras condições do inseto, tais como a idade (Kouloussis et al. 2017) e a fonte
305 alimentar onde os indivíduos desenvolveram-se no período larval (frutos ou dieta
306 artificial, por exemplo), os quais fazem com que a fonte alimentar torne-se mais
307 importante na questão do desenvolvimento dos órgãos reprodutores ou mesmo pela
308 necessidade da busca de fonte energética para ter maiores chances de sucesso nos
309 processos de cortejo e cópula (Maor et al. 2004, Silva-Neto et al. 2010).

310 Nesse trabalho, as curvas de sobrevivência obtidas entre os tratamentos água +
311 Success[®] 0,02CB e água + Success[®] 0,02CB + dieta não apresentaram diferença
312 (P=0,935). Porém o consumo da isca tóxica foi maior quando a mesma foi ofertada sem
313 uma fonte alternativa de alimento. As iscas tóxicas em geral, especialmente aquelas a
314 base de espinosade requerem que o inseto alvo se alimente da mesma para que haja
315 máxima eficiência. Portanto, quanto mais tempo o inseto permanecer alimentando-se e
316 maior for a quantidade de isca ingerida, maior será a possibilidade de intoxicação pelo
317 agente letal e conseqüentemente mais rápida será a morte do inseto. Dessa forma, o
318 fornecimento de outra fonte de alimento pode reduzir o contato do inseto com a isca tóxica
319 a ser avaliada por ser menos preferida ou reduzir a quantidade de agente letal ingerida
320 pelo inseto. Tal fato pode subestimar a dose letal e o tempo letal de uma isca tóxica
321 avaliada, especialmente se o inseticida não apresenta rápida ação (efeito “knock-down”)
322 como é o caso do espinosade. De acordo com Medina et al. (2007), a oferta de uma fonte
323 alimentar aos insetos durante os experimentos é necessária, sendo que, através da oferta
324 apenas da isca tóxica ou água, a mortalidade é elevada e não há segurança se o efeito
325 observado foi devido ao efeito da isca tóxica ou pela falta de alimento. Desta forma, a
326 oferta da isca tóxica deve ser realizada por um período de tempo suficiente para que

327 ocorra a ingestão, seguida da sua substituição por uma fonte alimentar sem inseticida,
328 minimizando a mortalidade no tratamento controle, garantindo que os insetos não
329 permaneçam em jejum por períodos prolongados possibilitando a seleção das
330 formulações mais promissoras (Nunes 2017).

331 A partir de 12 horas de privação alimentar, independente do período de oferta da
332 isca tóxica variando entre 1 e 8 horas, há diferença na resposta dos indivíduos quanto ao
333 tempo letal e a sobrevivência dos adultos, provavelmente associado ao período de jejum
334 que induz os insetos a ingerir a isca tóxica logo após a oferta resultando na sua morte. É
335 importante considerar que há uma resposta mais rápida quando a isca tóxica é ofertada
336 por um maior período (superior a duas horas), sendo que a resposta está relacionada ao
337 maior tempo que o inseto possui para o consumo da mesma. Tal fato demonstra que o
338 consumo superior a 2,90 mg da isca tóxica Success® 0,02 CB foi suficiente para causar
339 uma mortalidade significativa do grupo composto por 10 insetos. O maior consumo de
340 isca tóxica pelos insetos que foram privados de alimentação por 12 e 24 horas é explicada
341 pela reação de compensação causada pelo tempo no qual os insetos permaneceram sem
342 alimentação, levando-os a aumentar o consumo da isca tóxica após o fornecimento.
343 Fêmeas de *C. cosyra* fecundadas e não fecundadas e privadas de alimentação por 12 horas
344 foram mais atraídas por odores derivados de alimentos como fezes de frango, levedura de
345 cerveja, suco de goiaba e melão de cana-de-açúcar quando comparadas a moscas que se
346 alimentaram previamente em dieta de açúcar e proteína (Manrakhan e Lux 2008).
347 Entretanto, períodos de privação prolongados (superiores a 12 horas) aumentam a
348 mortalidade dos insetos do tratamento controle, fato observado no presente trabalho,
349 provavelmente devido à redução das reservas energéticas. Warburg e Yuval (1997)
350 observaram aumento da ingestão de açúcares e proteínas por *C. capitata* após períodos
351 de privação de alimento de 24 horas. Da mesma forma, Yee e Alston (2016) verificaram

352 que adultos de *R. indifferens* que passaram por período de privação de alimento
353 demonstraram maior resposta a uma isca tóxica composta por açúcar e o inseticida
354 espinosade, apresentando mortalidade mais rápida em comparação àqueles que tiveram
355 acesso à dieta.

356 O estágio fisiológico dos adultos de moscas-das-frutas, o qual está relacionado a
357 idade, influencia a sua busca por alimento, cópula e sítios de oviposição requeridos para
358 o sucesso reprodutivo (Rull e Prokopy 2000). No caso de *C. capitata*, o maior consumo
359 de alimento ocorreu com idade de cinco e oito dias estando associado à maior necessidade
360 de obtenção de energia e nutrientes para o desenvolvimento dos ovários durante a fase
361 inicial ou para a reposição energética (Silva-Neto et al. 2010). Além disso, a maior
362 ingestão de proteínas durante o período adulto da mosca-do-mediterrâneo prolongou seu
363 ciclo de vida em média 25 dias (Kouloussis et al. 2017).

364 Adultos de *C. capitata* oriundos de larvas desenvolvidas em dieta artificial
365 apresentaram maior suscetibilidade à isca tóxica Success[®] 0,02 CB em comparação aos
366 oriundos de larvas desenvolvidas em mangas, mesmo apresentando consumo da isca
367 equivalente. Tais fatores podem estar relacionados à ativação ou inibição de enzimas
368 detoxificadoras induzidas por aleloquímicos presentes na fonte alimentar (Fitt 1986).
369 Dessa forma, os insetos que se desenvolveram durante a fase larval em mangas podem
370 ter absorvido substâncias que estão presentes nos mesmos, que por sua vez,
371 proporcionaram maior tempo letal em relação aqueles insetos que se desenvolveram
372 em dieta artificial, os quais demonstraram maior necessidade de consumir a isca
373 fornecida.

374 No presente trabalho, ficou evidenciado que a idade, período de privação
375 alimentar, forma e tempo de oferta da isca tóxica Success[®] 0,02 CB, bem como a origem
376 da população de *C. capitata* (selvagem ou de laboratório) influenciam no resultado de um

377 experimento toxicológico de avaliação de isca tóxica. No caso de *C. capitata*, sugere-se
378 a utilização de insetos com cinco a oito dias de idade, provenientes de criação de
379 laboratório, privados de alimentação por 12 horas e fornecendo a isca tóxica por quatro
380 horas.

381

382

Agradecimentos

383 Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico
384 (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor e pelo financiamento da
385 pesquisa.

386

387

Referências

388 **Adaime R., R. S. Santos, T.S. Azevedo, A.S. Vasconcelos, M.S.M. Souza, M.F. Souza-**
389 **Filho. 2017.** First record of *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the
390 State of Acre, Brazil. EntomoBrasilis 10: 259-260.

391

392 **Agrofit. 2017.** Sistema de agrotóxicos fitossanitários. <https://www.agrofit.com.br>.

393

394 **Araújo, E.L., F.C. Juliatti, A.D.C.L. Ferreira, E.C. Fernandes, M.M Sousa. 2013.**
395 Eficiência de acetamiprido e etofenproxi no controle de *Ceratitidis capitata* (Diptera:
396 Tephritidae), na cultura da mangueira. ASCA: Agropecu. Cient. Semi-árido 9: 99-103.

397

398 **Arita, L.H. 1982.** Reproductive and sexual maturity of the Mediterranean fruit fly,
399 *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 24: 25-29.

400

401 **Barry, J.D., N.W. Miller, J.C. Piñero, A. Tuttle, R.F.L. Mau, R.I. Vargas. 2006.**
402 Effectiveness of protein baits in melon fly and oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae):
403 attraction and feeding. J. Econ. Entomol. 99: 1161-1167.

404

405 **Bateman, M.A. 1972.** The ecology of fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 17: 493-518.

406

407 **Bateman, M.A. 1976.** Fruit Flies, p.11-49. In **V.L. DeLuchi (ed).** Studies in biological
408 control. Cambridge University Press, London.

409

410 **Bateman, M.A., T.C. Morton. 1981.** The importance of ammonia in proteinaceous
411 attractants for fruit flies (Diptera: Tephritidae). Aust. J. Agric. Res. 32: 883-903.

412

413 **Borges, R., R. Machota Jr, M.I.C. Boff, M. Botton. 2015.** Efeito de Iscas Tóxicas sobre
414 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Bioassay 10:1-8.

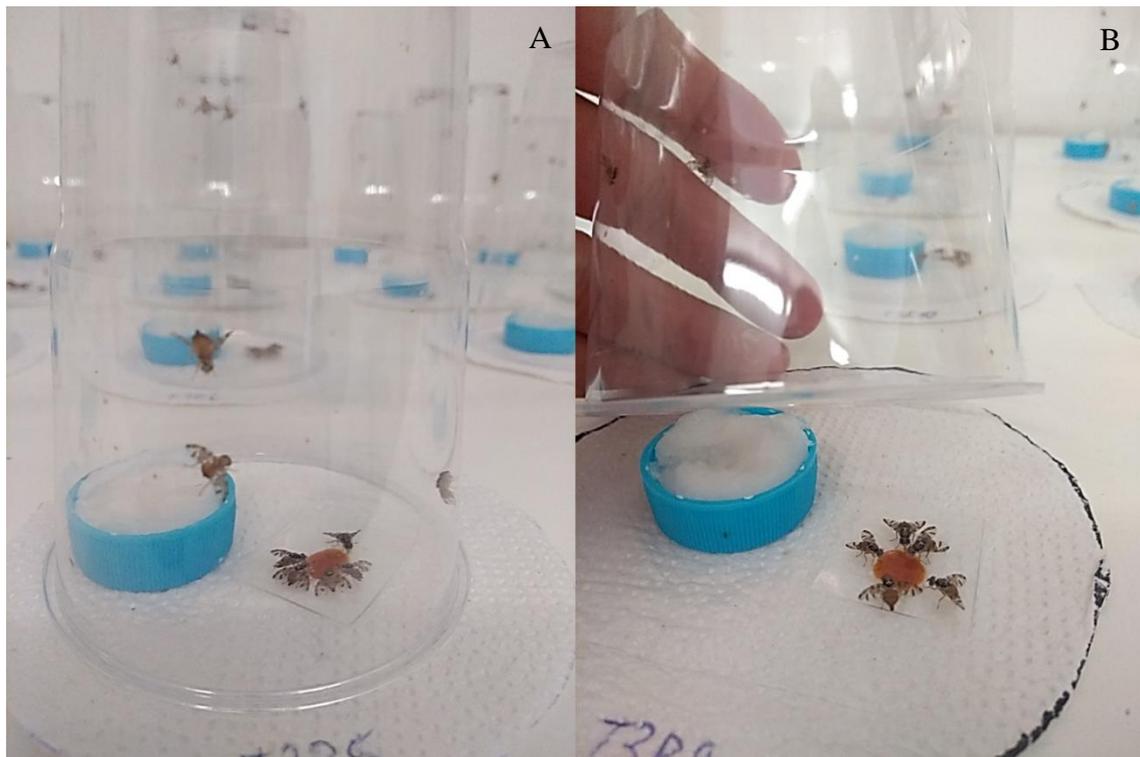
415

- 416 **Botton, M., C.J. Arioli, R. Machota-Jr, M.Z. Nunes, J.M. Rosa. 2016** Moscas-das-
417 frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através
418 do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. Rev Agropecu.
419 Catarinense 29: 103-107.
420
- 421 **Efrom, C.F.S., L.R. Redaelli, R.N. Meirelles, C.B. Ourique. 2011.** Laboratory
422 evaluation of phytosanitary products used for control of the South American fruit fly,
423 *Anastrepha fraterculus*, in organic farming. Crop. Prot. 30: 1162-1167.
424
- 425 **Fitt, G.P. 1986.** The roles of adult and larval specializations in limiting the occurrence of
426 five species of *Dacus* (Diptera: Tephritidae) in cultivated fruits. Oecologia 69: 101-109.
427
- 428 **Fletcher, B.S. 1989.** Life history strategies of tephritid fruit flies, pp. 195-208. In **A.S.**
429 **Robinson, G. Hooper (ed)**, Fruit flies, their biology, natural enemies and control.
430 Elsevier, Amsterdam, Holland.
431
- 432 **Flores, S., L.E. Gomez, P. Montoya. 2011.** Residual control and lethal concentrations
433 of GF-120 (spinosad) for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 104:
434 1885-1891.
435
- 436 **Galun, R., S. Gothilf, S. Blondheim, J.L. Sharp, M. Mazor, A. Lachman. 1985.**
437 Comparison of aggregation and feeding responses by normal and irradiated fruit flies,
438 *Ceratitis capitata* and *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). Environ. Entomol.
439 14: 726-732.
440
- 441 **Garcia, F.R.M. 2009.** Fruit fly: biological and ecological aspects, pp. 1-35 In: **R.R.**
442 **Bandeira, (ed)**. Current trends in fruit flies control on perennial crops and research
443 prospects. Transworld Research Network, Kerala, India.
444
- 445 **Gazit, Y., S. Gavriel, R. Akiva, D. Rimar. 2013.** Toxicity of baited spinosad
446 formulations to *Ceratitis capitata*: from the laboratory to the application. Entomol. Exp.
447 Appl. 147: 120-125.
448
- 449 **Härter, W.R., M. Botton, D.E. Nava, A.D. Grutzmacher, R.S. Gonçalves, R.**
450 **Machota Jr, D. Bernardi, O.Z. Zanardi. 2015.** Toxicities and residual effects of toxic
451 baits containing Spinosad or Malathion to control the adult *Anastrepha fraterculus*
452 (Diptera: Tephritidae). Fla. Entomol. 98: 202-208.
453
- 454 **Ihering, H. 1901.** Laranjas bichadas. Rev. Agríc. 6: 179-181.
455
- 456 **Joachim-Bravo, I.S., O.A. Fernandes, S.A. Bortoli, F.S. Zucoloto. 2001.** Oviposition
457 preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age
458 and experience. Iheringia. Sér. Zool. 91: 93-100.
459
- 460 **Kouloussis, N.A., P.T. Damos, C.S. Ioannou, C. Tsitsoulas, N.T. Papadopoulos, D.**
461 **Nestel, S. Koveos. 2017.** Age related assessment of sugar and protein intake of *Ceratitis*
462 *capitata* in ad libitum conditions and modeling its relation to reproduction. Front. Physiol.
463 8:1-13.
464
- 465 **Machota Jr, R., L.C. Bortoli, A. Tolotti, M. Botton. 2010.** Técnica de criação de

- 466 *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando
 467 hospedeiro natural. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. (Embrapa Uva e Vinho.
 468 Comunicado Técnico).
 469
- 470 **Manrakhan, A., A.S. Lux. 2008.** Effect of food deprivation on attractiveness of food
 471 sources, containing natural and artificial sugar and protein, to three african fruit flies:
 472 *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis fasciventris*, and *Ceratitis capitata*. Entomol. Exp. Appl. 27:
 473 133-143.
 474
- 475 **Maor, M., B. Kamensky, S. Shloush, B. Yuval. 2004.** Effects of postteneral diet on
 476 foraging success of sterile male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). Ent.
 477 Exp. Appl. 110: 225-230.
 478
- 479 **McQuate, G.T. 2009.** Effectiveness of GF-120NF fruit fly bait as a suppression tool for
 480 *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae). J. App. Entomol. 133: 444-448.
 481
- 482 **McQuate, G. T. and N. J. Liquido. 2017.** Host Plants of Invasive Tephritid Fruit Fly
 483 Species of Economic Importance. Int. J. Plant Biol. Res. 5:1072.
 484
- 485 **Medina, P., I. Perez, F. Budia, A. Adan, E. Vinuela. 2007.** Development of an
 486 extended-laboratory method to test novel insecticides in bait formulation. IOBC/WPRS
 487 Bull. 26: 59-66.
 488
- 489 **Morelli, R., B.A.J. Paranhos, M.L.Z. Costa. 2012.** Eficiência de etofenproxi e
 490 acetamiprido no controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera:
 491 Tephritidae) em pomar de manga. Bioassay 7: p.1-4.
 492
- 493 **Moreno, D.S., R.L. Mangan. 2002.** A bait matrix for novel toxicants for use in control
 494 of fruit flies (Diptera: Tephritidae), p. 333-362, In: **G. Hallman, C.C. Schwalbe (eds.)**
 495 Invasive Arthropods in Agriculture. Science Publishers, Enfield, U.S.
 496
- 497 **Nunes, A., K.Z. Cosca, K.M. Faggioni, M.L.Z. Costa, R.S. Gonçalves, J.M.M.**
 498 **Walder, M.S. Garcia, D.E. Nava. 2013.** Dietas artificiais para a criação de larvas e
 499 adultos da mosca-das-frutas sul-americana. Pesq. Agropecu. Bras. 48: 1309-1314.
 500
- 501 **Nunes, M.Z. 2017.** Eficácia de formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *Anastrepha*
 502 *fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae). Pelotas: Programa de Pós-
 503 Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, 109p.
 504
- 505 **Raga, A, M.E. Sato. 2005.** Effect of spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and
 506 *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. Crop. Prot. 34: 815-
 507 822.
 508
- 509 **Raga, A., M.E. Sato. 2011.** Toxicity of neonicotinoids to *Ceratitis capitata* and
 510 *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). J. Plant. Prot. Res. 51: 413-419.
 511
- 512 **Raga, A., M.E. Sato. 2016.** Controle Químico de moscas-das-frutas. São Paulo: Agência
 513 Paulista de Tecnologia dos Agronegócios.
 514
- 515 **Rull, J., R.J. Prokopy. 2000.** Attraction of apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella*

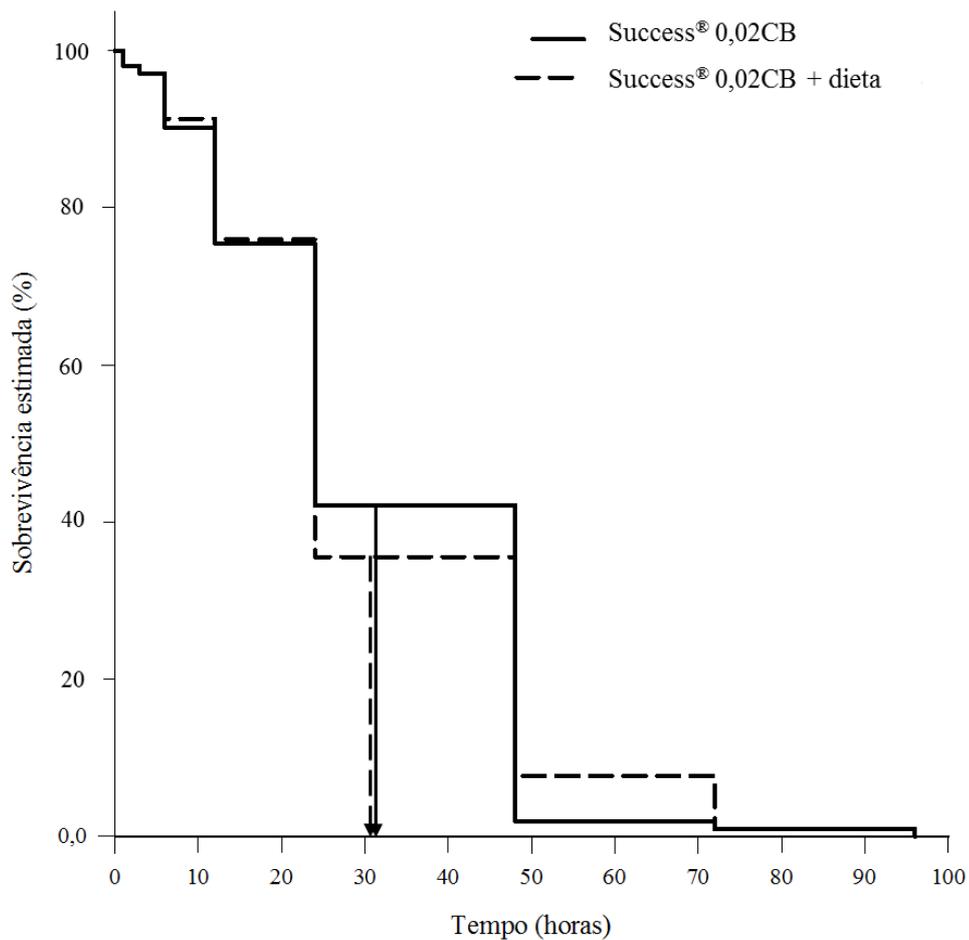
- 516 (Diptera: Tephritidae) of different physiological states to odour-baited traps in the
517 presence and absence of food. Bull. Entomol. Res. 90: 77-88.
- 518
- 519 **Senior, L.J., B.P. Missenden, C. Wright. 2017.** Comparative efficacy of insecticides on
520 *Bactrocera tryoni* and *Zeugodacus cucumis* (Diptera: Tephritidae) in laboratory and
521 semifield trials in fruiting vegetables. J. Econ. Entomol. 110: 1619-1629.
- 522
- 523 **Silva-Neto, A.M., V.S. Dias, I.S. Joachim-Bravo. 2011.** Importância da ingestão de
524 proteína na fase adulta para o sucesso de acasalamento dos machos de *Ceratitis capitata*
525 Wiedemann (Diptera: Tephritidae). Neot. Entomol. 39: 235-240.
- 526
- 527 **Stark, J.D., R.I. Vargas, N. Miller. 2004.** Toxicity of spinosad in protein bait to three
528 economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their
529 parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). J. Econ. Entomol. 97: 911–915.
- 530
- 531 **Warburg, M.S., B. Yuval. 1997** Circadian patterns of feeding and reproductive activities
532 of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) on various hosts in Israel. Ann.
533 Entomol. Soc. Am. 90: 487-495.
- 534
- 535 **Yee, L., D. Alston. 2006.** Effects of Spinosad, Spinosad Bait, and Chloronicotinyl
536 insecticides on mortality and control of adult and larval western cherry fruit fly (Diptera:
537 Tephritidae). J. Econ. Entomol. 99: 1722-1732.
- 538
- 539 **Yee, L.W., D.G. Alston. 2016** Oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera:
540 Tephritidae) under low food availability. J. Entomol. Sci. 51: 101-112.
- 541
- 542 **Zucchi, R.A. 2012.** Fruit flies in Brazil – Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit
543 fly. (<http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>) (Accessed 10 jan 2018).
- 544
- 545 **Zucoloto, F.S. 1988.** Qualitative and quantitative competition for food in *Ceratitis*
546 *capitata*. Rev. Bras. Biol. 48: 523-526.
- 547
- 548 **Zucoloto, F.S. 2000.** Alimentação e Nutrição de Moscas-das-frutas, p.67-80. In **A.**
549 **Malavasi, R.A. Zucchi** Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Holos,
550 Ribeirão Preto, SP, Brasil.

551 **Lista de figuras**



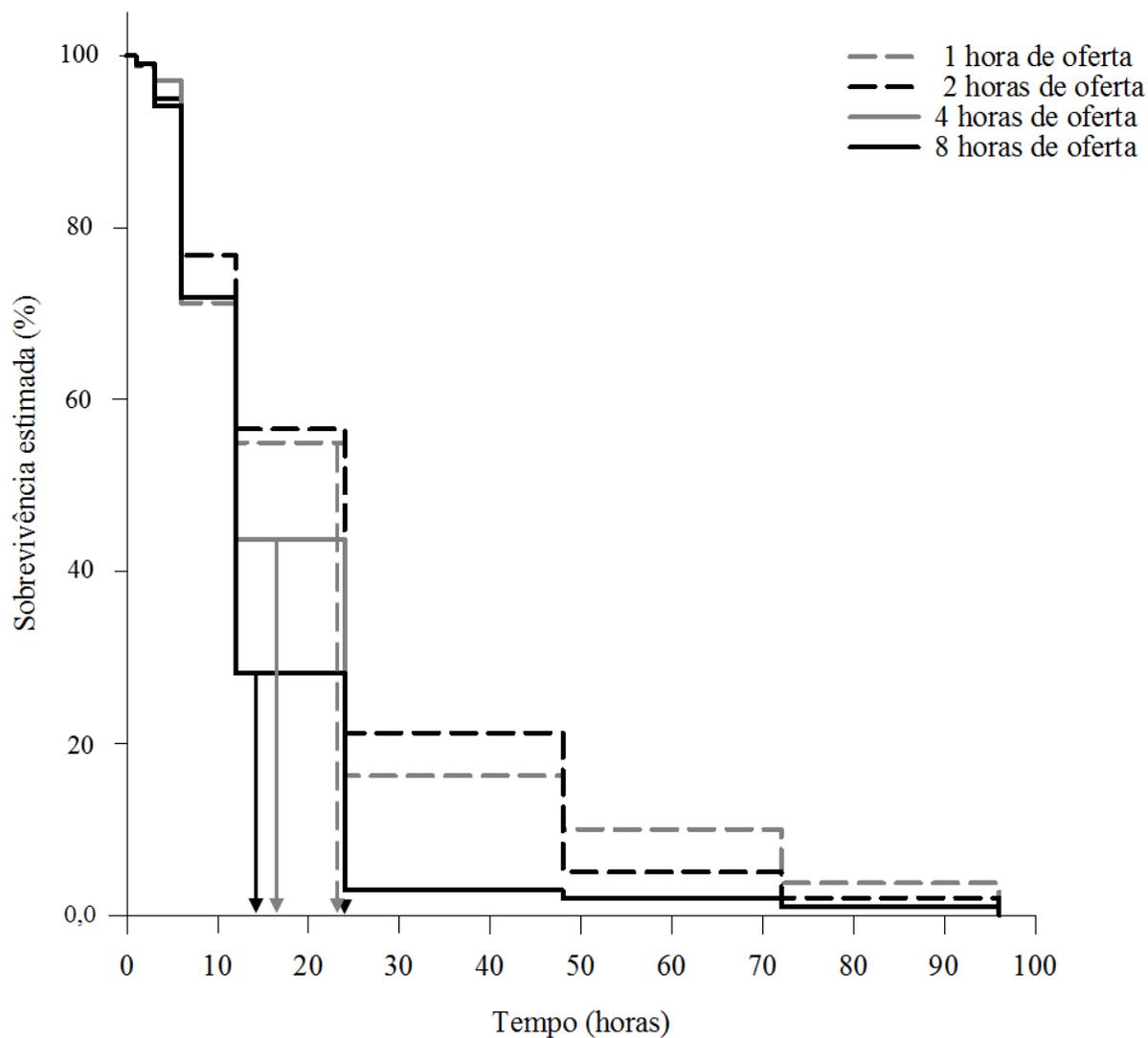
552

553 **Figura 1.** Adultos de *Ceratit**s capitata* alimentando-se da isca tóxica Success® 0,02CB,
554 oferecida após privação de alimento por um período de 12 horas.



555

556 **Figura 2.** Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* após o fornecimento da isca
557 tóxica Success® 0,02CB, contendo 96 mg.L^{-1} de espinosade, concomitantemente com
558 água e água + dieta artificial em laboratório ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$, $\text{UR} = 60 \pm 10\%$, fotofase =
559 12h).

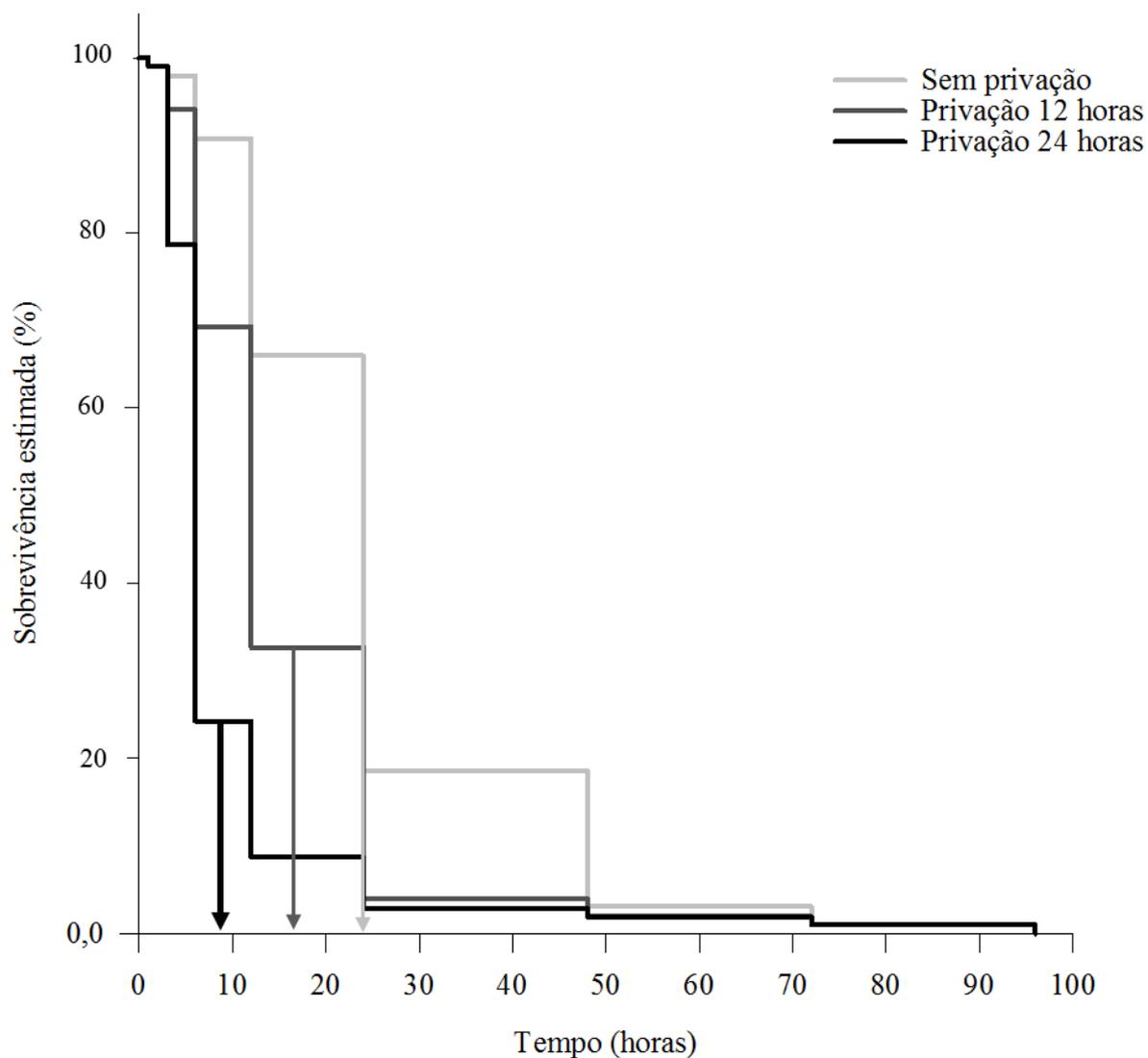


560

561 **Figura 3.** Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* após a ingestão da isca tóxica Success®562 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, ofertada por 1, 2, 4 e 8 horas em laboratório (T =

563 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

564



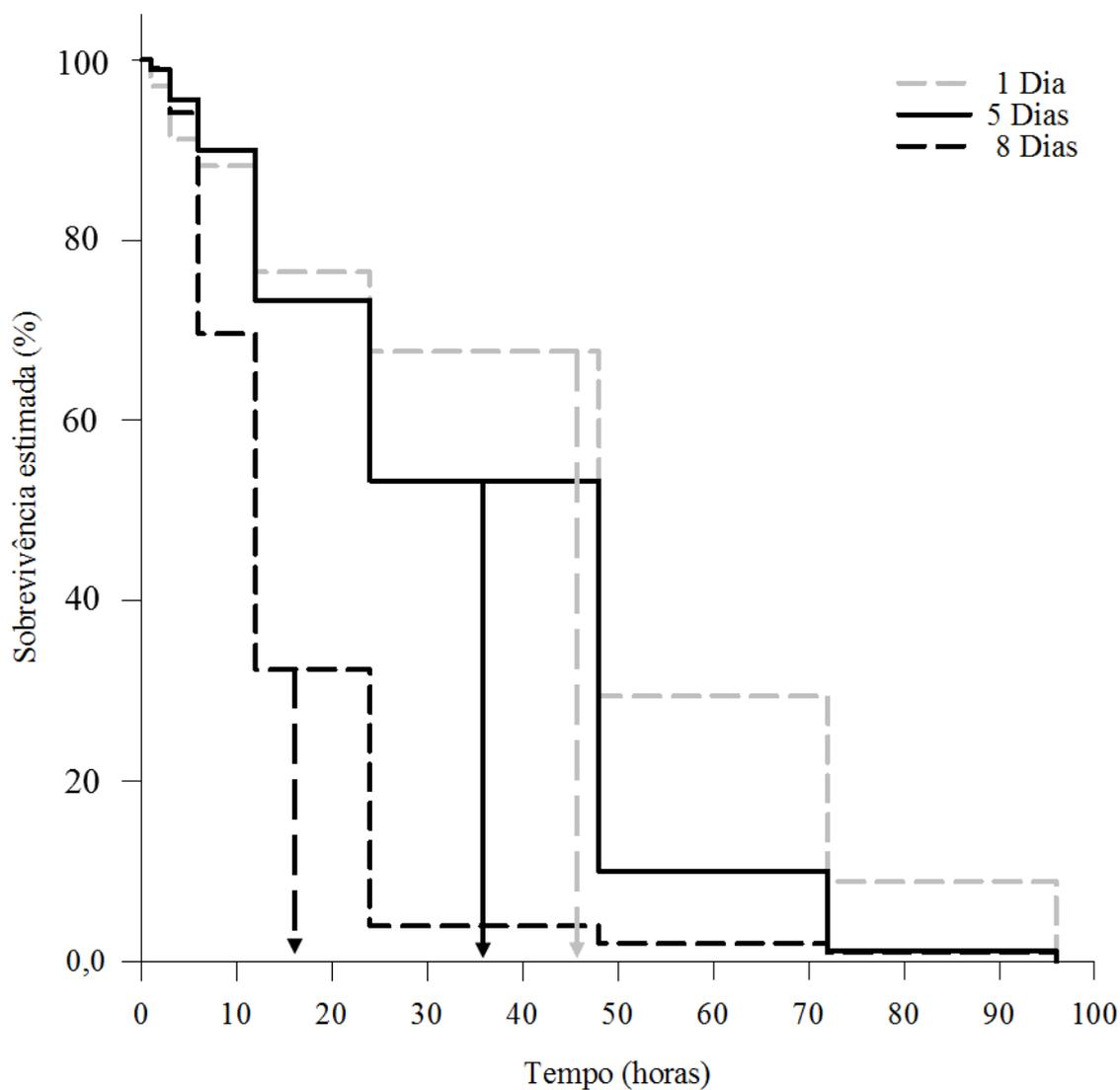
565

566 **Figura 4.** Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* submetidos a ingestão da isca tóxica
567 Success[®] 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, após períodos de privação de alimento
568 de 0 (sem privação), 12 e 24 horas em laboratório (T = 24 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase =
569 12h).

570

571

572

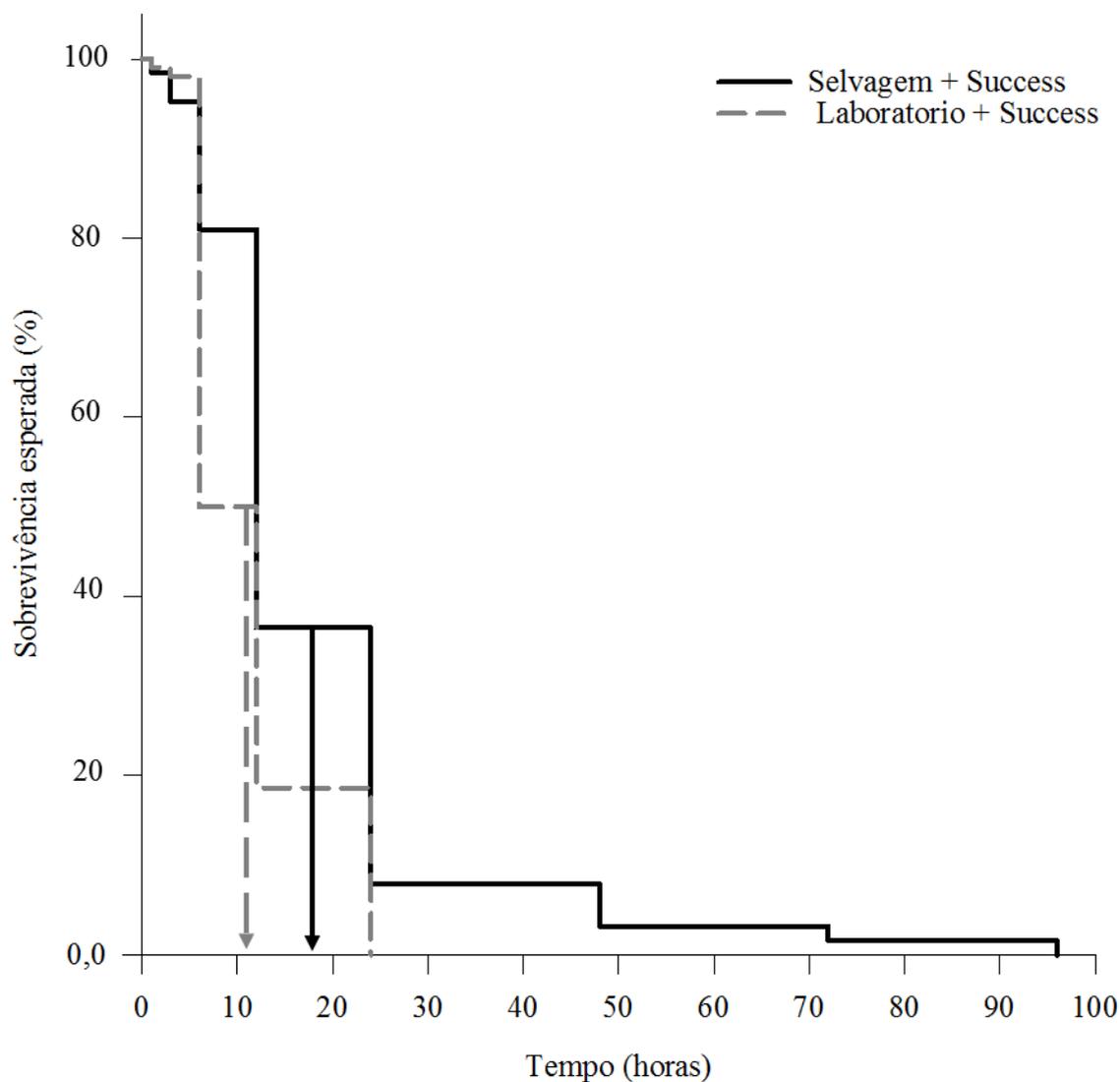


573

574 **Figura 5.** Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* com idades de 1, 5 e 8 dias de idade575 após a ingestão com a isca tóxica Success® 0,02CB, contendo 96 mg.L⁻¹ de espinosade, em

576 laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

577



578

579 **Figura 6.** Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* submetidos a teste de ingestão de
580 quatro horas com a isca tóxica Success® 0,02CB, contendo 96mg.L⁻¹ de espinosade, cujas larvas
581 desenvolveram-se em frutos de manga (*Mangifera indica* – Selvagens) e dieta artificial
582 (Laboratório – 100^a geração), em condições de laboratório (T = 24 ± 2°C, UR = 60 ± 10%,
583 fotofase = 12h).

Artigo 2 – Pest Management Science

Versão em português

Efeito de formulações de iscas tóxicas à base de alfa-cipermetrina, espinosade e malationa no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

Baronio CA, Schutze IX, Nunes MZ, Arioli CJ, Machota Jr R, Bortoli LC, Garcia FRM, Botton M.

1 **Efeito de formulações de iscas tóxicas à base de alfa-cipermetrina, espinosade e**
2 **malationa no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)**

3

4 Cleber A. Baronio^{a*}; Inana X. Schutze^b; Marcelo Z. Nunes^a; Cristiano J. Arioli^c; Ruben
5 Machota Jr.^d; Ligia C. Bortoli^d; Flávio R. M. Garcia^a; Marcos Botton^d

6

7 **Título de cabeçalho:** Eficácia de formulações de iscas tóxicas sobre *C. capitata*

8

9 **Resumo**

10 **CONHECIMENTO:** *Ceratitis capitata* é uma das principais pragas das frutíferas em
11 todo o mundo. O emprego de iscas tóxicas é uma das principais alternativas para o
12 manejo, no entanto, é necessário gerar informações sobre o efeito residual de diferentes
13 formulações em condições de clima seco e chuvoso.

14 **RESULTADOS:** O tempo letal 50 (TL₅₀ em horas) das iscas tóxicas avaliadas foi: 2,32
15 (Gelsura[®] a 4.000 mg.L⁻¹), 4,26 (Gelsura[®] a 2.000 mg.L⁻¹), 4,28 (Anamed[®] + malationa),
16 4,89 (melaço de cana-de-açúcar + malationa), 7,19 (melaço de cana-de-açúcar +
17 espinosade), 7,37 (Flyral[®] + malationa), 11,03 (Flyral[®] + espinosade), 11,24 (Success[®]
18 0,02CB), 12,21 (Anamed[®] + espinosa de), 12,36 (Biofruit + espinosade) e 17,15 (Biofruit
19 + malationa). Gelsura[®] (2.000 mg.L⁻¹) e todas as formulações contendo espinosade
20 proporcionaram mortalidade superior a 80% até 14 dias após a aplicação na ausência de
21 chuva. Gelsura[®] nas duas concentrações e Anamed[®] + malationa e Anamed[®] +

*Autor para correspondência: CA Baronio, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 96010-900, Brasil – cleber.baronio@hotmail.com.

^aDepartamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

^bDepartamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

^cEmpresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, São Joaquim, SC, Brasil

^dEmbrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil

1 espinosade apresentaram maior resistência à lavagem pela chuva de até 5mm, enquanto
2 as demais formulações sofreram lavagem, diminuindo sua eficiência de controle.

3 **CONCLUSÃO:** formulações de iscas tóxicas contendo alfa-cipermetrina e malationa
4 causam mortalidade de adultos de *C. capitata* mais rápida do que o espinosade.
5 Entretanto, formulações de iscas tóxicas com adição da malationa apresentam variação
6 no tempo letal (TL₅₀) enquanto formulações contendo espinosade são mais estáveis.
7 Todas as iscas tóxicas avaliadas mostraram eficácia na supressão de adultos de *C. capitata*
8 em experimento residual sem chuva simulada, enquanto Anamed[®] + malationa e
9 Anamed[®] + espinosade causaram mortalidades significativas após chuva simulada de até
10 25 mm. Nas condições de estudo, as formulações contendo espinosade e alfa-cipermetrina
11 podem ser empregadas em substituição à malationa no manejo de *C. capitata*.

12
13 **Palavras-chave:** mosca-do-mediterrâneo, toxicidade, Manejo Integrado de Pragas,
14 controle químico.

15
16 **Effect of formulations of toxic baits based on alpha-cypermethrin, spinosad and**
17 **malathion against Mediterranean fruit fly**

18
19 **Abstract**

20 **BACKGROUND:** *Ceratitis capitata* is one of the main pests of fruit cultivated in the
21 world. The use of toxic baits is one of the main alternatives to manage this species.
22 However, there is no information about the efficacy of the new formulations available
23 and its residual effects on this species on dry and rainy conditions.

24 **RESULTS:** The lethal time 50 (hours) of the toxic baits were: 2.32 (Gelsura[®] at 4,000
25 mg.L⁻¹), 4.26 (Gelsura[®] at 2,000 mg.L⁻¹), 4.28 (Anamed[®] + malathion, 4.89 (sugarcane

1 molasses + malathion), 7.19 (sugarcane molasses + spinosad), 7.37 (Flyral[®] + malathion),
2 11.03 (Flyral[®] + spinosad), 11.24 (Success[®] 0.02CB), 12.21 (Anamed[®] + spinosad),
3 12.36 (Biofruit + spinosad) e 17.15 (Biofruit + malathion). Without rain, Gelsura[®] (2,000
4 mg.L⁻¹) and all spinosad formulations provided mortality superior to 80% until 14 days
5 after its application. Gelsura[®], Anamed[®] + malathion and Anamed[®] + spinosad showed
6 higher resistance to the 5 mm simulated rains, while other formulations decreased their
7 control efficiency.

8 **CONCLUSION:** Toxic bait formulations with alpha-cypermethrin and malathion caused
9 faster mortality of *C. capitata* adults than spinosad. However, toxic bait formulations with
10 malathion show Lethal Time (LT₅₀) variation while formulations containing spinosad are
11 more stable. All toxic baits evaluated showed efficacy on adults of *C. capitata* on residual
12 experiment without rain. With simulated rain, Anamed + malathion and Anamed +
13 spinosad caused higher adults mortality up to a 25 mm rain. All spinosad and alpha-
14 cypermethrin toxic bait formulations can be used to replace malathion for *C. capitata*
15 management.

16

17 **Key-words:** Mediterranean fruit fly, toxicity, Integrated Pest Management, chemical
18 control.

19

20 1 INTRODUÇÃO

21 A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera:
22 Tephritidae) é uma das principais pragas da fruticultura mundial¹. Devido à sua elevada
23 polifagia, a espécie já foi descrita infestando 361 espécies vegetais pertencentes a 63
24 famílias em todo o mundo². No Brasil, há registros de 93 espécies hospedeiras distribuídas
25 em 23 estados³. O manejo de *C. capitata* tem sido realizado com a integração de diferentes

1 estratégias de controle incluindo o cultural⁴, o químico com a pulverização de inseticidas
2 em área total⁵ ou sistemas de atrai e mata, tais como a captura massal e ‘bait
3 stations’^{1,6,7,8,9}.

4 No Brasil, a aplicação de inseticidas organofosforados em cobertura é a principal
5 estratégia para o manejo das principais espécies de moscas-das-frutas^{5,10,11,12}. No entanto,
6 por apresentarem elevada toxicidade, baixa seletividade aos inimigos naturais e longo
7 período de carência, os principais inseticidas deste grupo químico apresentam restrições
8 de uso na maioria das culturas^{13,14}. Dentre os sistemas de atrai e mata, o emprego de iscas
9 tóxicas, que consiste na associação de um atrativo alimentar com um agente letal^{1,9,14,15},
10 destaca-se como uma das principais alternativas de controle. As iscas tóxicas podem ser
11 de pronto uso como o Success[®] 0,02CB, que já possuem inseticida na formulação, ou
12 serem formuladas nas propriedades, através da mistura entre um inseticida e um atrativo
13 alimentar (melaço de cana-de-açúcar ou proteínas hidrolisadas)^{5,13,15,17}. Uma das
14 principais vantagens do uso de inseticidas na forma de isca tóxica é a redução da
15 quantidade de ingrediente ativo aplicada no ambiente e a ausência de resíduos tóxicos nos
16 frutos¹⁸, considerando que as iscas podem ser aplicadas de forma localizada, sem contato
17 direto com os frutos¹⁹.

18 Recentemente, foi introduzida no mercado brasileiro a proteína hidrolisada de
19 origem animal Flyral[®] (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha)²⁰, que possui elevado grau
20 de pureza e percentual de proteína hidrolisada (36%). No entanto, informações sobre a
21 eficiência da utilização destas proteínas hidrolisadas (Biofruit e Flyral[®]) no manejo de *C.*
22 *capitata* ainda são pouco conhecidas. Outra formulação a ser utilizada em iscas tóxicas é
23 o Anamed[®] (Isca Tecnologias Ltda., Ijuí, RS, Brasil), atrativo à base de extratos de plantas
24 e ceras que se encontra disponível para o manejo de moscas-das-frutas com destaque para
25 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) na região Sul do Brasil²¹. O Anamed[®] é uma

1 formulação que contém a tecnologia SPLAT[®] (*Specialized Pheromone & Lure*
2 *Application Tecnology*) que confere ao produto aspecto ceroso e fluído, proporcionando
3 maior resistência à chuva e à degradação pelos raios solares^{22,23}.

4 Além dos atrativos alimentares disponíveis no mercado brasileiro, uma nova
5 formulação de isca tóxica de pronto uso (Gelsura[®]) está em fase de avaliação no Brasil
6 para o manejo de moscas-das-frutas. A isca é composta por uma matriz de polímeros que
7 conferem maior resistência à degradação pela luz solar e chuva, tendo como ingrediente
8 ativo a alfa-cipermetrina a 0,6%. Além de atrativos alimentares a base de proteínas,
9 contém um paraferomônio - mistura de isômeros tetra-butil 4-5-cloro-2-
10 metilciclohexano-1-carboxilato - conhecido como Trimedlure²⁴, específico para atração
11 de machos da mosca-do-mediterrâneo e que diferencia esta isca tóxica das demais por
12 potencializar a atratividade da isca^{25,26,27} por um maior período, diminuindo a necessidade
13 de reaplicação de isca tóxica²⁸.

14 Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito residual de formulações de iscas
15 tóxicas contendo alfa-cipermetrina, espinosade e malationa sobre adultos de *C. capitata*
16 e a resistência à ocorrência de chuva simulada.

17

18 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

19 A criação de *C. capitata* foi estabelecida no Laboratório de Entomologia da
20 Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, a partir de larvas coletadas
21 em pêssego (*Prunus persica* L.), caqui (*Diospyros kaki* L.) e araçá (*Psidium cattleianum*
22 Sabine), no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. A criação utiliza dieta artificial para
23 larvas de *Anastrepha fraterculus* (Wed. 1830)²⁹ e os adultos alimentados com dieta sólida
24 a base de extrato de soja, gérmen de trigo e açúcar mascavo (3:1:1) fornecendo água em
25 esponjas de poliuretano acopladas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro³⁰. Em todos os

1 experimentos, foram utilizados insetos com idade de 6 ± 1 dias, privados de alimentação
2 por 12 horas antes do fornecimento das iscas.

3

4 **2.1 Tratamentos**

5 Os tratamentos avaliados foram: a) isca tóxica Success[®] 0,02CB diluído na
6 proporção de uma parte do produto para 1,5 partes de água, resultando numa solução com
7 96 mg.L⁻¹ de espinosade; b) Gelsura[®] diluído nas proporções de uma parte do produto
8 para duas de água e duas partes do produto para uma de água, resultando em soluções
9 com 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ de alfa-cipermetrina, respectivamente; c) Anamed[®] sem
10 diluição e associado aos inseticidas malationa (Malathion 1000 EC, 10.000 mg.L⁻¹ de i.a.)
11 ou espinosade (Tracer[®], 96 mg.L⁻¹ de i.a.), Biofruit (5%), melão de cana-de-açúcar (7%)
12 e Flyral[®] (1,25%) isolados e acrescidos dos inseticidas malationa (Malathion 1000EC,
13 2.000 mg.L⁻¹) e espinosade (Tracer[®], 96 mg.L⁻¹), utilizando água como controle. As iscas
14 tóxicas foram aplicadas com o auxílio de micropipeta graduada monocanal Gilson[®]
15 modelo Pipetman U76928A com capacidade de 1 mL. As iscas tóxicas foram
16 disponibilizadas aos insetos (uma gota de 0,04mL) por quatro horas e após este período
17 foram substituídas por dieta sólida fornecida em recipientes de 2 x 1 cm contendo 5 g de
18 dieta para adultos.

19 Para os experimentos de laboratório, foram utilizadas gaiolas confeccionadas com
20 recipientes plásticos transparentes de 300 mL perfurados na parte superior e vedados com
21 tecido “voille” para permitir a troca de gases e evitar o acúmulo de umidade. Cada gaiola
22 foi utilizada com a abertura virada para baixo sobre uma superfície forrada com papel
23 filtro de 12 cm de diâmetro. Os insetos permaneceram em ambiente controlado
24 (temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

25

1 **2.2 Determinação do tempo letal para formulações de iscas tóxicas**

2 As iscas tóxicas foram aplicadas em placas plásticas PET (2 x 2 cm), sendo
3 oferecidas, após a secagem, por um período de aproximadamente quatro horas a cinco
4 casais, juntamente com água destilada fornecida por capilaridade em algodão hidrófilo
5 em tampas plásticas (2 x 1 cm). Após quatro horas do fornecimento, procedeu-se a
6 retirada das placas contendo as iscas tóxicas, as quais foram substituídas por dieta para
7 adultos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 10
8 repetições, com cinco casais por repetição. As avaliações da mortalidade foram realizadas
9 a cada 30 minutos nas primeiras duas horas, a cada duas horas nas primeiras 24 horas e a
10 cada 12 horas até 96 horas após o fornecimento das iscas.

11

12 **2.3 Efeito residual de iscas tóxicas sobre *C. capitata* na ausência de chuva**

13 Para avaliar o efeito residual de iscas tóxicas na ausência de chuva foram
14 utilizadas mudas de citros (*Citrus sinensis* L.) de 1,5 m de altura, cultivadas em vasos no
15 interior de casa de vegetação. As iscas tóxicas foram aplicadas sobre as folhas, as quais
16 foram coletadas após a secagem no dia da aplicação, e aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação
17 dos tratamentos, transportadas ao laboratório e fornecidas aos adultos de *C. capitata*. O
18 experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com mesmo
19 número de tratamentos e repetições do experimento anterior.

20

21 **2.4 Efeito residual de iscas tóxicas sobre *C. capitata* com chuva simulada**

22 Os tratamentos foram aplicados sobre folhas de plantas de videira cv. 'Paulsen
23 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) de aproximadamente 0,4 m de altura cultivadas
24 em tubetes de 22,4 cm³. As plantas permaneceram em ambiente sombreado com
25 temperatura de 23 ± 2°C para secagem da superfície foliar. Em seguida, as plantas

1 contendo cada um dos tratamentos foram posicionadas no solo abaixo do equipamento de
2 modo a receber as lâminas de chuva definidas. A simulação da chuva ocorreu através de
3 equipamento constituído de uma armação retangular (1,35 x 1,75 m) contendo seis bicos
4 leque Magno Jet[®] (AD-IA 110-015) fixados a uma altura de 2,3 m do nível do solo. O
5 simulador de chuva utiliza energia elétrica para realizar uma movimentação transversal
6 de 0,35 m cobrindo uma área de 2,83 m². A pressão de serviço utilizada foi de 15 lb e as
7 lâminas de chuvas aplicadas foram de 5, 25 e 50 mm sob uma intensidade de precipitação
8 fixa de 50 mm.h⁻¹. Após a aplicação das lâminas de chuva, procedeu-se a coleta de 10
9 folhas por planta, as quais foram transportadas ao laboratório e inseridas individualmente
10 em gaiolas contendo cinco casais de *C. capitata*. O delineamento experimental foi
11 inteiramente casualizado com dez repetições.

12 O número de indivíduos mortos em cada tratamento do experimento de efeito
13 residual foi avaliado às 24, 48, 72 e 96 horas após o oferecimento das iscas tóxicas, através
14 da contagem daqueles que não apresentaram reação ao toque de um pincel de ponta fina.

15

16 **2.5 Análise estatística**

17 O número de insetos mortos em cada tratamento e período de tempo foram
18 submetidos a análise de Probit através do programa POLO-PC³¹. A partir da curva de
19 resposta foram estimados os tempos letais (TLs), com os respectivos intervalos de
20 confiança (IC 95%) e os valores de coeficiente angular. Os tratamentos foram comparados
21 entre si por meio do tempo letal médio e os intervalos de confiança obtidos em cada
22 formulação de isca tóxica.

23 Para os experimentos de efeito residual com e sem chuva simulada os dados de
24 mortalidade foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-
25 Smirnov (SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A.). Para os resíduos que não apresentaram

1 distribuição normal ou homogeneidade da variância, os dados dos tratamentos no tempo
2 e ao longo do tempo (0, 7, 14 e 21) e na mesma lâmina de chuva, bem como entre lâminas
3 chuva (5, 25 e 50 mm) foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos à análise de
4 variância e comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) (SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A.).
5 Os dados de sobrevivência de adultos de *C. capitata* foram transformados em percentual
6 de controle através da equação proposta por Abbott³².

7

8 **3 RESULTADOS**

9 **3.1 Tempo Letal (TL₅₀) de iscas tóxicas**

10 A isca tóxica de pronto uso Gelsura[®] (2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ de alfa-cipermetrina),
11 Anamed[®] e melão de cana-de-açúcar associados à malationa foram as iscas que
12 apresentaram menor tempo letal médio (TL₅₀) sobre adultos de *C. capitata*, com valores
13 de 4,26, 2,32, 4,28, 4,89 horas, respectivamente. A isca tóxica Success[®] 0,02CB propiciou
14 aos adultos de *C. capitata* tempo letal médio (TL₅₀) de 11,4 horas, valor similar ao
15 observado com as iscas tóxicas Anamed[®], Biofruit e Flyral[®] associados ao espinosade
16 (12,21, 12,36 e 11,03 horas, respectivamente). O atrativo Biofruit associado à malationa
17 ocasionou um maior TL₅₀, com 17,15 horas (Tabela 1).

18

19 **3.2 Efeito residual de iscas tóxicas sobre *Ceratitis capitata***

20 Na ausência de precipitação, de maneira geral as iscas tóxicas não apresentaram
21 diferença na mortalidade de machos em relação às fêmeas. As iscas tóxicas Biofruit e
22 Flyral[®] associadas ao espinosade apresentaram maior mortalidade de fêmeas aos 21 dias
23 após a aplicação (DAA) ($P < 0,05$) enquanto que o melão de cana-de-açúcar associado à
24 malationa ou espinosade causaram maior mortalidade de machos em relação às fêmeas
25 em zero e 14 DAA, respectivamente.

1 Na ausência de precipitação, considerando-se a mortalidade média de fêmeas e
2 machos agrupada, todas as formulações de iscas tóxicas avaliadas causaram mortalidade
3 semelhante entre zero e 14 dias após a aplicação (DAA) em avaliação realizada 96 horas
4 após a oferta aos insetos (0 DAA: $F=55,534$; $P<0,0001$; 7 DAA: $F=88,483$; $P<0,0001$; 14
5 DAA: $F=24,659$; $P<0,0001$ e 21 DAA: $F=17,728$; $P<0,001$) (Tabela 2).

6 O atrativo alimentar Flyral[®] associado ao espinosade apresentou redução no
7 percentual de mortalidade de adultos de *C. capitata* aos 21 dias (61% de mortalidade)
8 enquanto que os atrativos Anamed[®], Biofruit e o melaço de cana-de-açúcar associados ao
9 espinosade mantiveram a eficiência superior a 80% até 21 DAA, dado observado também
10 para a isca tóxica de pronto uso Gelsura[®] 4.000 mg.L⁻¹ e Success[®] 0,02CB com percentual
11 de mortalidade acima de 80% até 14 DAA. O atrativo alimentar Anamed[®] contendo
12 malationa 10.000 mg.L⁻¹ apresentou resposta diferente ao observado com as demais iscas
13 tóxicas, com aumento do percentual de mortalidade com o envelhecimento da isca tóxica
14 ($F=4,865$; $P<0,01$).

15

16 **3.3 Efeito residual de iscas tóxicas sobre *C. capitata* com chuva simulada**

17 Sob condições de chuva simulada, de acordo com a análise univariada ($R^2=$
18 $0,615$), foi observada influência da formulação de isca tóxica na mortalidade de adultos
19 de *C. capitata* ($F = 39,386$; $P < 0,001$) com interação entre as iscas tóxicas e a lâmina de
20 chuva aplicada ($F = 2,789$; $P < 0,001$) (Tabela 3).

21 Na ausência de precipitação (0mm), as formulações de iscas tóxicas Gelsura[®]
22 (2.000 e 4.000mg.L⁻¹), Success[®] 0,02CB, e os atrativos Anamed[®] + espinosade, Biofruit,
23 Flyral[®] e melaço de cana-de-açúcar acrescidos de espinosade ou malationa causaram
24 mortalidade superior a 85%, superiores ($F=55,534$; $P<0,0001$) ao atrativo Anamed[®]
25 contendo malationa (Tabela 3).

1 As formulações contendo Anamed[®] associado aos inseticidas malationa e
2 espinosade, além da isca tóxica Gelsura[®] nas duas concentrações de alfa-cipermetrina
3 avaliadas apresentaram mortalidade de adultos de *C. capitata* superior a 80% após uma
4 lâmina de chuva de 5 mm (Tabela 3), resultado similar ($F=12,606$; $P<0,0001$) às iscas
5 tóxicas Success[®] 0,02CB e as formulações Biofruit contendo espinosade e melão de
6 cana-de-açúcar contendo malationa apresentaram menor eficiência de controle, com 74,
7 68 e 75% de mortalidade, respectivamente. Já as iscas tóxicas Flyral[®] e melão de cana-
8 de-açúcar contendo espinosade e Flyral[®] e Biofruit contendo malationa tiveram sua
9 mortalidade reduzida em comparação às anteriores quando foi aplicada lâmina de 5 mm,
10 com percentual de mortalidade de *C. capitata* de 45, 40, 56 e 30%, respectivamente
11 (Tabela 3).

12 Sob lâmina de chuva de 25 mm, o atrativo alimentar Anamed[®] associado à
13 malationa ou ao espinosade apresentou percentuais de mortalidade superiores a 90%,
14 diferindo das demais iscas tóxicas ($F=24,253$; $P<0,0001$) (Tabela 3), sendo superiores às
15 iscas tóxicas Gelsura[®] (2.000 e 4.000 mg.L⁻¹), Biofruit, Flyral[®] e melão de cana-de-
16 açúcar acrescidos de malationa e espinosade, com eficiência de controle entre 45 e 65%.
17 Com chuva de 25mm, a isca tóxica Success[®] apresentou 18% de mortalidade.

18 Com a aplicação de lâmina de chuva de 50 mm, Anamed[®] contendo malationa e
19 espinosade apresentaram as maiores mortalidades (65, 68%, respectivamente), não
20 diferindo ($F=7,915$; $P<0,0001$) da isca tóxica e Gelsura[®] (4.000 mg.L⁻¹) (54%), mas
21 foram superiores às demais iscas tóxicas avaliadas (Tabela 3).

22 Com precipitação de 5mm, as formulações de iscas tóxicas contendo proteínas
23 hirlolisadas e o melão de cana-de-açúcar acrescidos de malationa ou espinosade e a isca
24 tóxica Success[®] 0,02CB apresentam redução considerável no percentual de mortalidade
25 em comparação à não ocorrência de chuva (0mm) ($F=44,105$; $P<0,0001$ – Biofruit +

1 malationa; F=49,698; P<0,0001 – Biofruit + espinosade; F=13,869; P<0,0001 – Flyral®
2 + malationa; F=29,874; P<0,0001 – Flyral® + espinosade; F=39,019; P<0,0001 – melão
3 de cana-de-açúcar + malationa; F=55,645; P<0,0001 – melão de cana-de-açúcar +
4 espinosade). A isca tóxica Gelsura® (2.000mg.L⁻¹) não diminui a eficiência após chuva
5 de 5mm (F=11,529; P<0,0001), enquanto que Gelsura® (4.000mg.L⁻¹) e Anamed®
6 acrescido de malationa ou espinosade mantem a eficiência após chuvas de até 25mm
7 (F=6,881; P<0,001; F=2,324; P<0,0001; F=15,992; P<0,0001, respectivamente).

8

9 4 DISCUSSÃO

10 O emprego de iscas tóxicas tem sido uma importante ferramenta para o manejo de
11 populações da mosca-do-mediterrâneo em diferentes regiões produtoras de frutas^{1,6,7,8,9}.
12 Nesse trabalho, observou-se a elevada mortalidade de adultos da espécie quando expostos
13 às formulações de iscas tóxicas contendo os agentes letais alfa-cipermetrina, espinosade
14 e malationa sendo possível a rotação desses grupos químicos para o manejo da espécie.

15 Os dados de mortalidade revelaram que o inseticida espinosade provocou elevada
16 mortalidade de adultos de *C. capitata*, principalmente quando foi associado em
17 formulações de iscas tóxicas contendo os atrativos alimentares à base de proteína
18 hidrolisada de origem animal (Flyral®) e vegetal (Biofruit), apresentando efeito residual
19 de até 14 dias na ausência de chuva, assim como o melão de cana-de-açúcar, que confere
20 elevada mortalidade de adultos de *C. capitata* quando associado ao espinosade ou
21 malationa. Na comparação de formulações de iscas tóxicas com o mesmo ingrediente
22 ativo (i.a.), a formulação com melão de cana-de-açúcar apresenta uma mortalidade mais
23 rápida dos adultos de *C. capitata* em relação às proteínas hidrolisadas. Trabalhos
24 anteriores demonstraram haver elevada mortalidade de *C. capitata* utilizando iscas
25 tóxicas à base de proteína hidrolisada ou melão de cana-de-açúcar contendo malationa

1 ou espinosade, sendo que o atrativo à base de proteína hidrolisada apresentou atratividade
2 superior a adultos de *C. capitata* em comparação ao melão de cana-de-açúcar^{1,33}. Com
3 base nos resultados do presente trabalho, a utilização de atrativos contendo proteínas
4 hidrolisadas, a exemplo do Biofruit e do Flyral[®] em iscas tóxicas com espinosade podem
5 oferecer vantagem pela possibilidade de utilização em concentrações menores do que o
6 melão de cana-de-açúcar. No entanto, nas condições brasileiras onde o custo do melão
7 de cana-de-açúcar é inferior às proteínas hidrolisadas, esse atrativo ainda é amplamente
8 empregado pelos agricultores.

9 As iscas tóxicas Gelsura[®] e Anamed[®], Biofruit e melão de cana-de-açúcar
10 contendo espinosade, apresentaram elevada mortalidade de adultos até 14 dias da sua
11 aplicação sem a ocorrência de chuvas. As iscas proteicas contendo espinosade ou
12 malationa apresentam eficácia no controle de *C. capitata* até seis dias após a aplicação¹⁶.
13 Observa-se que, independentemente do atrativo alimentar utilizado, as formulações
14 contendo alfa-cipermetrina, espinosade e/ou malationa apresentam efeito residual sobre
15 adultos de *C. capitata* quando não há ocorrência de precipitação.

16 Ao considerar que o trabalho foi realizado em condições de semi-campo, a
17 eficiência de iscas tóxicas pode variar em razão da diminuição dos efeitos ambientais
18 sobre as moléculas presentes nas iscas tóxicas, tais como a redução na irradiação solar
19 ultravioleta, a ausência de precipitação, além de alterações na umidade relativa do ar e do
20 vento no interior da casa de vegetação. Os efeitos destes fatores climáticos sobre
21 piretroides e organofosforados³⁴ estão relacionados às taxas de transformações
22 fotoquímicas e a diminuição da circulação do ar no interior de casas de vegetação
23 reduzem a volatilização dos inseticidas aplicados em superfícies foliares, alterando a
24 resposta conforme a cultura na qual foi aplicada. Sendo assim, no caso de iscas tóxicas, a
25 inclusão de protetores solares, ceras ou polímeros possibilitam um aumento na eficiência

1 de controle por um período prolongado. O emprego do Anamed[®], que tem como base a
2 tecnologia SPLAT[®], possibilita a manutenção da eficiência de iscas tóxicas por um
3 período de tempo prolongado em comparação a outras iscas tóxicas que não possuem tal
4 tecnologia, devido à sua constituição (emulsão de óleos e ceras com proteínas e essências
5 de frutas, conservantes e emulsificantes), fato já constatado em *C. capitata*³⁵.

6 Estudos realizados com diferentes formulações mostraram que as iscas tóxicas à
7 base de Anamed[®] associado ao espinosade, Biofruit associado à malationa e Success[®]
8 0,02CB foram eficientes no controle de *A. fraterculus* até 21 dias da sua aplicação em
9 ambiente protegido²¹. Esse resultado foi similar ao observado nesse experimento com *C.*
10 *capitata* o que corrobora aos resultados do GF-120NF (=Success[®] 0,02CB) na
11 concentração de 80 mg.L⁻¹ sobre *Anastrepha ludens* Loew, 1873 (20 dias)³⁶ e 14 dias para
12 as espécies *Rhagoletis indifferens* Curran, 1932 e *Anastrepha* spp.^{37,38}.

13 A precipitação pode influenciar a eficiência das iscas tóxicas no controle de *C.*
14 *capitata* devido à perda do agente letal pela lavagem da superfície foliar. Nesse trabalho,
15 lâminas de chuva de 5 mm aplicadas a uma intensidade de 50 mm.h⁻¹ causaram a lavagem
16 de formulações à base de proteína hidrolisada e do melão de cana-de-açúcar, diminuindo
17 a eficiência sobre adultos da mosca-do-mediterrâneo. Por outro lado, as formulações
18 contendo o atrativo Anamed[®] acrescido de malationa ou espinosade e Gelsura[®] com
19 4.000 mg.L⁻¹ de alfa-cipermetrina mostraram-se resistentes às lâminas de chuva de até
20 25mm, sendo que o atrativo Anamed[®] acrescido de malationa ou espinosade apresentou
21 menor variação com o incremento da lâmina de chuva utilizada. Em condições de
22 precipitação de até 5mm, pode-se utilizar a isca tóxica Gelsura[®] (2.000 mg.L⁻¹).

23 Geralmente, quando há a ocorrência de precipitação, iscas tóxicas à base de
24 proteínas e açúcares, tais como Success[®] 0,02CB, Biofruit, Flyral[®] e melão de cana-de-
25 açúcar perdem a eficácia devido à sua lavagem³⁹. Em trabalho avaliando eficácia de iscas

1 tóxicas sobre *A. fraterculus* foi observado redução da eficácia de Success® 0,02CB e
2 formulações de iscas tóxicas contendo os atrativos Biofruit e melaço de cana-de-açúcar
3 contendo os ingredientes ativos espinosade e malationa após chuva de 4,4 mm em
4 condições de campo⁴⁰.

5 Uma das principais limitações do emprego destes tipos de formulações de iscas
6 tóxicas é a baixa persistência das formulações no campo, principalmente em regiões onde
7 há ocorrência frequente de chuva, como em regiões subtropicais⁴¹. Nestas situações, há
8 uma correlação inversa entre a ocorrência de chuva e a eficiência da isca tóxica, conforme
9 demonstrado em trabalhos realizados com a mosca-do-melão *Bactrocera cucurbitae*
10 (Coquillett, 1849)^{41,42}. A utilização de formulações como o Anamed®⁴³ e o Gelsura®²⁶
11 permitem uma maior resistência à lavagem pela chuva e, conseqüentemente, maior
12 eficiência no controle de moscas-das-frutas por um período prolongado, possibilitando a
13 redução do número de aplicações de iscas tóxicas ao longo da safra³⁵.

14 Nesse trabalho, foi observado que o Gelsura® nas duas concentrações, melaço de
15 cana-de-açúcar e Anamed® associados à malationa proporcionaram TL₅₀ quatro vezes
16 menor que os atrativos Flyral® e Biofruit associados a malationa. Tal efeito pode estar
17 associado principalmente ao efeito “knock-down” dos piretroides e/ou ao efeito dos
18 componentes fagoestimulantes (açúcares e voláteis frutados) presentes nestas
19 formulações contendo malationa, induzindo os insetos a alimentarem-se por um período
20 maior e ingerindo maior quantidade de agente letal. Já as iscas tóxicas a base de
21 espinosade não apresentaram variações quanto ao tempo letal (TL₅₀), independente da
22 formulação, com Biofruit, Flyral®, Anamed® ou a isca tóxica de pronto uso Success®
23 0,02CB, com valores entre 11,03 e 12,36 horas. Contudo, em estudo anterior foi
24 observado tempo letal do espinosade sobre adultos de *C. capitata* menor que os
25 registrados no presente trabalho¹⁵. No entanto, quando comparado com o efeito das

1 formulações contendo inseticidas organofosforados e piretroides, este período de tempo
2 é maior devido ao modo de ação do espinosade, enquanto que a malationa e a alfa-
3 cipermetrina apresentam rápida ação sobre adultos de moscas-das-frutas, tanto por
4 ingestão quanto por contato^{40,44,45}.

5 As formulações a base de espinosade (Success[®] 0,02CB, Anamed[®], Biofruit,
6 Flyral[®] e melação de cana-de-açúcar) e a base de alfa-cipermetrina (Gelsura[®])
7 proporcionam mortalidade de adultos de *C. capitata* em laboratório na ausência de chuvas
8 por até 14 dias. Desta forma, o inseticida espinosade (96 mg.L⁻¹ de i.a) e a alfa-
9 cipermetrina são alternativas aos organofosforados para o manejo da espécie, podendo
10 ser utilizado tanto através das formulações comerciais Success[®] 0,02CB e Gelsura[®] ou
11 associado (espinosade) aos atrativos alimentares Biofruit, Flyral[®] e melação de cana-de-
12 açúcar.

13 O Success[®] 0,02CB tem sido usado com sucesso no controle de várias espécies de
14 moscas-das-frutas no mundo, sendo a isca tóxica padrão utilizada em programas de
15 erradicação de moscas-das-frutas^{16,46,47}. No entanto, a sua utilização no Brasil tem sido
16 limitada devido a ocorrência de fitotoxicidade em alguns cultivos, tais como macieira,
17 pessegueiro e videira, dificuldade de aplicação em ultra baixo volume, além de possuir
18 custo considerado elevado em relação às demais proteínas hidrolisadas disponíveis. No
19 entanto, o Anamed[®] também causa fitotoxicidade quando aplicada sobre folhas ou frutos
20 de macieira e videira, similar ao observado com o Success[®] 0,02CB, sendo recomendado
21 sua aplicação em troncos e palanques de sustentação para ambas formulações.

22 Por outro lado, os produtores podem empregar diferentes formulações atrativas e
23 ingredientes ativos conforme as condições climáticas, utilizando as proteínas hidrolisadas
24 Biofruit e Flyral[®], o melação de cana-de-açúcar e o Success[®] 0,02CB quando não há
25 previsão de chuvas. A utilização do Anamed[®] associado a um inseticida, malationa ou

1 espinosade, é adequado em qualquer situação climática, tanto em períodos sem ocorrência
2 de chuvas ou em períodos chuvosos, com precipitação de até 25 mm. Um ponto
3 importante a ser considerado é a possibilidade de utilizar inseticidas de diferentes grupos
4 químicos aliando diferentes fontes alimentares e/ou iscas tóxicas de pronto uso,
5 permitindo fazer rotação de ingredientes ativos numa estratégia proativa de manejo da
6 resistência à inseticidas. A confirmação destes resultados em pomares comerciais é
7 fundamental para validar um plano de manejo adequado da mosca-do-mediterrâneo *C.*
8 *capitata* em áreas de produção de frutíferas no Brasil através do emprego de iscas tóxicas.

10 **AGRADECIMENTOS**

11 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
12 pela bolsa de doutorado do primeiro autor pelo financiamento da pesquisa. A Empresa
13 Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e
14 Extensão Rural (Epagri) pela cedência dos laboratórios e equipamentos para o uso durante
15 os experimentos. Aos colegas Joel Pasinato e Morgana M. Baldin, pela ajuda no
16 desenvolvimento dos experimentos de laboratório.

18 **5 REFERÊNCIAS**

- 19 ¹Urbaneja A, Chueca P, Monton H, Pascual-Ruiz S, Dembilio O, Vanaclocha P, Abam-
20 Moyano R, Pina T, Castañera P. Chemical alternatives to malathion for controlling
21 *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in
22 Spanish citrus orchards. *J Econo Entomol* **102**:144-151 (2009).
- 23 ² McQuate GT, Liquido NJ. Host Plants of Invasive Tephritid Fruit Fly Species of
24 Economic Importance. *Int. J. Plant Biol. Res* **5**:1072 (2017).

- 1 ³Zucchi RA, Fruit flies in Brazil – Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly.
2 (2012). Disponível: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis> [10 Maio 2017].
- 3 ⁴Primo-Millo E, Argilés-Herrero R, Alfaro-Lassala F. Plan de actuación contra la mosca
4 de las frutas (*Ceratitidis capitata*) em la Comunidad Valenciana. *Phytoma* **153**:127-130
5 (2003).
- 6 ⁵Morelli R, Paranhos BJ, Costa MLZ. Eficiência de Etofemproxi e Acetamiprido no
7 controle de mosca-do-Mediterrâneo *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar
8 de manga. *Bioassay* **7**:1-4 (2012).
- 9 ⁶Mangan RL, Moreno DS. Development of bait stations for fruit fly population
10 suppression. *J Econo Entomol* **100**:440-450 (2007).
- 11 ⁷Epsky ND, Midgarden D, Rendon P, Villatoro D, Heath RR. Efficacy of wax matrix bait
12 stations for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J Econo Entomol* **105**:471-
13 479 (2012).
- 14 ⁸Navarro-Llopis V, Primo J, Vacas S. Efficacy of attract-and-kill devices for the control
15 of *Ceratitidis capitata*. *Pest Manag Sci* **69**:478-82 (2013).
- 16 ⁹Hafsi A, Abbes K, Harbi A, Duyck PF, Chermiti B. Evaluation of the efficiency of mass
17 trapping of *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisian citrus
18 orchards using two types of traps: Ceratrap[®] and Tripack[®]. *Acta Hort* **1065**:1049-1056
19 (2015).
- 20 ¹⁰Scoz PL, Botton M, Garcia MS. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.)
21 (Diptera: Tephritidae) em laboratório. *Cienc Rural* **34**: 1689-1694 (2004).
- 22 ¹¹Härter W, Grützmacher AD, Nava DE, Gonçalves RS, Botton M. Isca tóxica e interrupção
23 sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em
24 pessegueiro. *Pesq Agropec Bras* **45**:229-235 (2010).

- 1 ¹²Raga A, Sato ME. Toxicity of neonicotinoids to *Ceratitits capitata* and *Anastrepha*
2 *fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *J Plant Prot Res* **51**: 413-419 (2011).
- 3 ¹³Araujo EL, Juliatti FC, Ferreira ADCL, Fernandes EC, Sousa MM. Eficiência de
4 acetamiprido e etofenproxi no controle de *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae), na
5 cultura da mangueira. *ASCA – Agropec Cient Semi-Árido* **9**:99-103 (2013).
- 6 ¹⁴Agrofit. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível: <https://www.agrofit.com.br>
7 [23 abril 2017].
- 8 ¹⁵Raga A, Sato ME. Effect of spinosad bait against *Ceratitits capitate* (Wied.) and
9 *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. *Neotrop Entomol*
10 **34**: 815-822 (2005).
- 11 ¹⁶Chueca P, Montón H, Ripollés JL, Castañera P, Moltó, E, Urbaneja A. Spinosad bait
12 treatments as alternative to malathion to control the mediterranean fruit fly *Ceratitits*
13 *capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. *J Pest Sci* **32**: 407-411 (2007).
- 14 ¹⁷Raga A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura
15 paulista. *Laranja* **26**: 307-322 (2005).
- 16 ¹⁸Yee WL, Alston DG. Sucrose mixed with spinosad enhances kill and reduces
17 oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) under low food availability.
18 *J Entomol Sci* **51**: 101-112 (2016).
- 19 ¹⁹El-Sayed A M, Suckling DM, Byers JA, Jang EB, Wearing CH. “Potential of ‘lure and
20 kill’ in long-term pest management and eradication of invasive species.” *J Econ Entomol*
21 **102**: 815-35 (2009).
- 22 ²⁰Bioiberica. Catálogo de Produtos. (2017). Disponível:
23 http://www.plantbionews.es/web/archivos/catalogo_productos_low.pdf. [23 April 2017].
- 24 ²¹Borges R, Machota Jr. R, Boff MI, Botton M. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha*
25 *fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Bioassay* **10**:1-8 (2015).

- 1 ²²Mafra-Neto A. Versatile application of SPLAT for mating disruption and attract and
2 kill programs in agricultural and urban environments. p. 36-36. 84th Annual Meeting
3 Orchard Pest and Disease Management Conference, Portland, Oregon. 13-15 January.
4 Washington State University, Wenatchee, Washington, USA. (2010).
- 5 ²³Faleiro JR, Al-Shawaf AM, Al-Dandan AM, Al-Odhayb A, Al-Rudayni A, Abdallah
6 AB, Peixoto MP, Vargas R, Botton M, Chidi S, Borges R, Mafra-Neto, A. Controlled
7 release products for managing insect pests. *Outl Pest Manag* **27**: 175-180 (2016).
- 8 ²⁴Beroza M, Green N, Gertler SI, Steiner LF, Miyashita DH. Insect attractants. New
9 attractants for the Mediterranean fruit fly. *J Agric Food Chem* **9**: 361-365 (1961).
- 10 ²⁵Nakagawa S, Chambers DL, Urago T, Cunningham RT. Trap-lure combinations for
11 surveys of Mediterranean fruit flies in Hawaii. *J Econ Entomol* **64**: 1211-1213 (1971).
- 12 ²⁶Ruiz CB. Experiencias en el control de *Batrocera oleae*, *Ceratitis capitata* y otras plagas
13 emergentes, en la zona mediterránea, mediante técnicas de "Attract and Kill". *Phytoma*
14 *España* **254**: 50 (2013).
- 15 ²⁷Vargas RI, Souder SK, Rendon P, Mackey B, Suppression of mediterranean fruit fly
16 (Diptera: Tephritidae) with trimedlure and biolure dispensers in *Coffea arabica*
17 (Gentianales: Rubiaceae) in Hawaii. *J Econ Entomol* **111**: 293-297 2018.
- 18 ²⁸Broughton S, Rahman T, Evaluation of lures and traps for male and female monitoring
19 of Mediterranean fruit fly in pome and stone fruit. *J Appl Entomol* **141**: 441-449 (2017).
- 20 ²⁹Nunes A, Cosca KZ, Faggioni KM, Costa MLZ, Gonçalves RS, Walder JMM, Garcia
21 MS, Nava DE. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas
22 sul-americana. *Pesq Agropec Bras* **48**: 1309-1314 (2013).
- 23 ³⁰Machota Jr. R, Bortoli LC, Tolotti A, Botton M. Técnica de criação de *Anastrepha*
24 *fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro
25 natural. (2010) Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Brasil. Disponível:

- 1 [http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID= BR201018734](http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR201018734) 41. [15 Fevereiro
2 2015].
- 3 ³¹Leora Software. Polo Plus: Probit and Logit Analysis, v.1.0 (2002).
- 4 ³²Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol*
5 **18**:265-267 (1925).
- 6 ³³Montes SMNM, Raga A. Eficácia de atrativos para o monitoramento de *Ceratit*
7 *capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de citros. *Arq Inst Biol* **73**: 317-323 (2006).
- 8 ³⁴Allen G, Halsall CJ, Ukpebor J, Paul ND, Ridall G, Wargent JJ. Increased occurrence
9 of pesticide residues on crops grown in protected environments compared to crops grown
10 in open field conditions. *Chemosphere* **19**: 1428-1435 (2015).
- 11 ³⁵Piñero JC, Souder SK, Gomes LE, Mau RFL, Vargas RI. Response of female *Ceratit*
12 *capitata* (Diptera: Tephritidae) to a spinosad bait and polymer matrix mixture with
13 extended residual effect in Hawaii. *J Econo Entomol* **104**:1856-1863 (2011).
- 14 ³⁶Mangan RL, Moreno DS, Thompson GD. Bait dilution, spinosad concentration, and
15 efficacy of GF-210 based fruit fly sprays. *Crop Prot* **25**: 125-133 (2006).
- 16 ³⁷Yee WL, Alston DG. Effects of spinosad, spinosad bait, and chloronicotinyl insecticides
17 on mortality and control of adult and larval Western Cherry Fruit Fly (Diptera:
18 Tephritidae). *J Econ Entomol* **99**: 1722-1732 (2006).
- 19 ³⁸Flores S, Gomez LE, Montoya P. Residual control and lethal concentrations of GF-120
20 (Spinosad) for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). *J Econ Entomol* **104**: 1885-1891
21 (2011).
- 22 ³⁹Prokopy RJ, Jacome I, Pinerio J, Guillen L, Fleischer FD, Hu X. Post-alighting
23 responses of Mexican fruit flies (Dipt., Tephritidae) to different insecticides in paint on
24 attractive spheres. *J Appl Entomol* **124**:239-244 (2000).

- 1 ⁴⁰Härter WR, Botton M, Nava DE, Grutzmacher AD, Gonçalves RS, Machota-Jr. R,
2 Bernardi D, Zanardi OZ. Toxicities and residual effects of toxic baits containing Spinosad
3 or Malathion to control the adult *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Fla*
4 *Entomol* **98**: 202-208 (2015).
- 5 ⁴¹Revis HC, Miller NW, Vargas RI. Effects of aging and dilution on attraction and toxicity
6 of GF-120 fruit fly bait spray for melon fly control in Hawaii. *J Econ Entomol* **97**: 1659-
7 1665 (2004).
- 8 ⁴²Prokopy RJ, Miller NW, Piñero JC, Barry JD, Tran LC, Oride L, Vargas RI.
9 Effectiveness of GF-120 fruit fly bait spray applied to border area plants for control of
10 melon flies (Diptera : Tephritidae). *J Econ Entomol* **96**: 1485-1493 (2003).
- 11 ⁴³Mafra-Neto A, De Lame FM, Fettig CJ, Munson AS, Perring TM, Stelinski LL,
12 Stoltman LL, Mafra LEJ, Borges R, Vargas RI. Manipulation of insect behavior with
13 Specialized Pheromone and Lure Application Technology (SPLAT[®]). *In: Pest*
14 *Management with natural products* **1141** (Washington, DC: Americal Chemical Society):
15 p.31-58 (2013).
- 16 ⁴⁴Mohammad AB, Aliniabee MT. Malathion bait sprays for controle of apple maggot
17 (Diptera: Tephritidae). *J Econ Entomol* **82**: 1716-1721 (1989).
- 18 ⁴⁵Reynolds OL, Osborne TJ, Barchia I. Efficacy of chemicals for the potential
19 management of the Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera:
20 Tephritidae). *Insects* **8**: 1-17 (2017).
- 21 ⁴⁶Stark JD, Vargas RI, Miller N, Toxicity of spinosad in protein bait to three
22 ecenomocally important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their
23 parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *J Econ Entomol* **97**:911-915 (2004).
- 24 ⁴⁷Ruiz L, Flores S, Cancino J, Arredondo J, Valle J, Díaz-Fleischer F, Williams T. Lethal
25 and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid

- 1 *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). *Biolog Control* **44**: 296-
- 2 304 (2008).

1 6 TABELAS

2 **Tabela 1.** Tempo letal (TL₅₀) de formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *Ceratitis*
3 *capitata* em laboratório (Temperatura 25 ± 1°C, umidade relativa 70 ± 10% e fotofase 12
4 horas).

Tratamento	Dose (mg.L ⁻¹)	Coefficiente angular (±EP)	h	TL ₅₀ (IC ¹ 95%)	GL ²
Gelsura [®]	2.000	0,91±0,08	0,34	4,26 (3,11-5,41)	12
Gelsura [®]	4.000	0,87±0,10	0,17	2,32 (1,40-3,26)	12
Success [®] 0,02CB	96	2,64±0,17	0,62	11,24 (10,25-12,25)	9
Anamed [®] + malationa	10.000	2,13±0,10	0,76	4,28 (3,78-4,81)	11
Anamed [®] + espinosade	96	4,04±0,24	1,05	12,21 (11,08-13,52)	12
Biofruit 5% + malationa	2.000	2,05±0,15	0,74	17,15 (15,24-19,65)	9
Biofruit 5% + espinosade	96	2,80±0,14	0,32	12,36 (11,39-13,43)	12
Flyral [®] 1,25% + malationa	2.000	1,74±0,09	0,77	7,37 (6,25-8,24)	10
Flyral [®] 1,25% + espinosade	96	3,10±0,18	0,59	11,03 (10,25-11,85)	11
Melaço-de-cana 7% + malationa	2.000	2,06±0,10	0,70	4,89 (4,31-5,49)	10
Melaço-de-cana 7% + espinosade	96	5,46±0,39	0,97	7,19 (6,65-7,78)	8

5 *(h): heterogeneidade; ¹(IC 95%): Intervalos de Confiança; ²(GL): Graus de Liberdade.

- 1 **Tabela 2.** Número de insetos vivos (N±EP) e percentual de mortalidade de *Ceratitis capitata* após 96 horas de exposição a resíduos de iscas tóxicas
- 2 aos 0, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), na ausência de chuva.

Tratamento	Dose (mg.L ⁻¹)	0 DAA		7 DAA		14 DAA		21 DAA	
		N±EP ¹	M% ²	N±EP ¹	M%	N±EP ¹	M%	N±EP ¹	M%
Gelsura®	2.000	1,4±0,56 BCa	85	1,6±0,54 BCDA	84	2,4±0,70 BCa	75	2,7±0,67 BCa	72
Gelsura®	4.000	1,1±0,48 BCa	88	1,6±0,58 BCDA	84	1,6±0,43 BCa	84	2,1±0,57 BCDA	78
Success® 0,02CB	96	0,0±0,00 Ca	100	0,9±0,35 BCDA	91	1,8±0,57 BCab	81	3,8±1,13 Bb	60
Anamed® + malationa	10.000	2,6±0,92 Bb	72	1,8±0,59 BC ab	82	0,5±0,34 BCab	95	0,0±0,00 Da	100
Anamed® + espinosade	96	0,5±0,22 BCa	95	0,5±0,22 BCDA	95	0,2±0,13 Ca	98	0,5±0,27 CDA	95
Biofruit 5% + malationa	2.000	0,9±0,35 BCa	90	1,4±0,43 BCDAb	86	2,5±0,52 BCab	74	3,3±0,83 BCb	65
Biofruit 5% + espinosade	96	0,2±0,13 Ca	98	0,1±0,10 CDA	99	0,2±0,20 Ca	98	1,3±0,37 BCDB	86
Flyral® 1,25% + malationa	2.000	1,4±0,37 BCa	85	2,2±0,76 Ba	78	3,1±0,98 Ba	68	3,2±0,99 BCa	66
Flyral® 1,25% + espinosade	96	0,2±0,13 Ca	98	0,5±0,34 BCDA	95	1,5±0,73 BCa	85	3,7±0,37 Bb	61
Melaço-de-cana 7% + malationa	2.000	0,3±0,21 Ca	97	0,3±0,21 BCDA	97	2,6±0,27 BCa	73	2,8±0,27 BCDA	71
Melaço-de-cana 7% + espinosade	96	0,0±0,00 Ca	100	0,0±0,00 Da	100	0,7±0,21 BCa	93	2,2±0,51 BCDB	77
Água	-	9,3±0,21 Aa	-	9,9 ±0,01 Ab	-	9,7±0,15 Aab	-	9,5±0,13 Aab	-

3 ¹Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4 ²Dados transformado pela equação de Abbott (1925).

- 1 **Tabela 3.** Número de adultos (N±EP) de *Ceratitis capitata* vivos e percentual de mortalidade após 96 h de exposição a resíduos de iscas tóxicas
- 2 expostas às lâminas de chuva simulada de 0, 5, 25 e 50mm na intensidade de 50 mm.h⁻¹ (T=25±2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

Tratamento	Dose (mg.L ⁻¹)	Lâminas de chuva (mm)							
		0		5		25		50	
		N±EP ¹	M% ²	N±EP	M%	N±EP	M%	N±EP ¹	M%
Gelsura®	2.000	1,4±0,56 BCa	85	1,5±0,48 EFa	84	4,8±0,95 BCb	48	6,2±0,70 ABb	35
Gelsura®	4.000	1,1±0,48 BCa	88	1,9±0,74 EFa	79	3,3±0,58 Cab	64	4,4±0,82 BCDb	54
Success® 0,02CB	96	0,0±0,00 Ca	100	2,3±0,84 CDEFb	75	7,5±0,72 Abc	18	8,3±0,30 ABc	13
Anamed® + malationa	10.000	2,6±0,92 Bb	72	0,5±0,22 Fa	95	0,6±0,27 Da	93	3,3±1,10 Db	65
Anamed® + espinosade	96	0,5±0,22 BCab	95	1,2±0,20 EFb	87	0,1±0,10 Da	99	3,0±0,60 CDc	68
Biofruit 5% + malationa	2.000	0,9±0,35 BCa	90	6,4±0,49 ABbc	30	4,4±0,62 Cb	52	7,2±0,66 ABc	24
Biofruit 5% + espinosade	96	0,2±0,13 Ca	98	2,9±0,59 CDEFb	68	5,1±0,50 BCc	45	7,3±0,54 ABc	23
Flyral® 1,25% + malationa	2.000	1,4±0,37 BCa	85	4,0±0,75 BCDEb	56	4,5±0,58 BCbc	51	6,8±0,42 ABc	28
Flyral® 1,25% + espinosade	96	0,2±0,13 Ca	98	5,0±0,71 BCDb	45	3,9±0,64 Cb	58	5,8±0,66 ABCb	39
Melaço-de-cana 7% + malationa	2.000	0,3±0,21 Ca	97	2,3±0,50 DEFb	75	5,0±0,45 BCc	46	6,7±0,76 ABc	29
Melaço-de-cana 7% + espinosade	96	0,0±0,00 Ca	100	5,5±0,65 ABCb	40	4,6±0,48 BCb	50	6,4±0,60 ABb	33
Água	-	9,3±0,21 Aa	-	9,1±0,18 Aa	-	9,2±0,20 Aa	-	9,5±0,17 Aa	-

3 ¹Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4 ²Dados transformados pela equação de Abbott (1925).

Artigo 3 – Crop Protection

Versão em português

Inseticidas alternativos aos organofosforados para o controle de *Ceratitis capitata*

(Diptera: Tephritidae).

Baronio CA, Schutze IX, Baldin, MM, Machota-Jr R, Garcia FRM, Botton M

1 **Inseticidas alternativos aos organofosforados para o controle de *Ceratitis capitata***
2 **(Diptera: Tephritidae).**

3
4 Cléber Antonio Baronio⁽¹⁾, Inana Xavier Schutze⁽³⁾, Morgana Mattiello Baldin⁽¹⁾, Ruben
5 Machota Jr⁽²⁾, Flávio Roberto de Mello Garcia⁽¹⁾ e Marcos Botton⁽²⁾

6 **Resumo** - A mosca-do-mediterrâneo é uma das principais pragas da fruticultura mundial. O
7 emprego de inseticidas é uma das principais alternativas para o manejo do inseto nos diferentes
8 cultivos. Neste trabalho, os ingredientes ativos [nome comercial; g de i.a.100L⁻¹ de água]:
9 abamectin [Vertimec[®] 18EC; 2,7], acetamiprido [Mospilan[®]; 8], tiametoxam [Actara[®] 250WG;
10 7,5], acetamiprido + etofenproxi [Eleitto; 10 + 18], etofenproxi [Safety; 18], chlorantraniliprole
11 [Altacor; 4,9], ciantraniliprole [Benevia[®]; 10], clorfenapir [Pirate; 24], alfa-cipermetrina
12 [Fastac[®] 100SC; 2]; deltametrina [Decis 25EC; 1,0], lambda-cialotrina [Karate Zeon[®] 50CS;
13 2,5], azadiractina [Azamax[®]; 1,2], espinetoram [Delegate[®] 250WG; 7,5], espinosade [Tracer[®];
14 9,6] e flupyradifurone [Sivanto 200SL; 20] foram avaliados em adultos e larvas de *Ceratitis*
15 *capitata* em laboratório, sendo comparado com os organofosforados clorpirifós [Lorsban[®]
16 480BR; 96], fosmete [Imidan 500WP;100] e malationa [Malation[®] 1000EC; 200]. Os
17 inseticidas foram pulverizados em Torre de Potter (efeito de contato), ofertados na forma de
18 isca tóxica em mistura com a proteína hidrolisada Biofruit a 5% (ingestão) e sobre larvas
19 presentes em frutos de maçã 'Gala' (profundidade) quatro dias após a oviposição. Os inseticidas
20 espinetoram, espinosade e alfa-cipermetrina causaram mortalidade de adultos de *C. capitata*
21 acima de 80%, em aplicação tópica e por ingestão. Etofenproxi e etofenproxi +

⁽¹⁾Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, CEP: 96010-610, Pelotas, RS, Brasil.
Email: cleber.baronio@hotmail.com; morgana.baldin13@gmail.com; flaviorng@hotmail.com.

⁽²⁾Laboratório de Entomologia, Embrapa Uva e Vinho, CEP: 95701-008, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Email:
ruben_soad@yahoo.com.br; marcos.botton@embrapa.br.

⁽³⁾Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo. CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. Email: i_schutze@hotmail.com.

1 acetamiprido apresentaram tal efeito somente em aplicação tópica enquanto que o
2 ciantraniliprole atuou somente por ingestão. Os fosforados apresentaram elevada mortalidade
3 (>90%), tanto por contato como por ingestão. Apenas clorfenapir, espinetoram e clorpirifós
4 apresentaram efeitos significativos sobre larvas no interior dos frutos com 67, 74 e 84 % de
5 controle de larvas por fruto, respectivamente, em comparação ao tratamento controle
6 (16,76±1,26). O maior potencial de manejo de *C. capitata* utilizando inseticidas alternativos
7 aos fosforados é através do controle de adultos.

8

9 **Termos para indexação:** Controle químico, isca tóxica, mosca-do-mediterrâneo, maçã.

10

11 **Alternative insecticides to organophosphorus for the *Ceratitis capitata* (Diptera:**
12 **Tephritidae) control.**

13

14 **Abstract** – Mediterranean fruit fly is one of the main fruit pests of the world. The use of
15 insecticides is one of the main alternatives for the management of this insect. In this work, the
16 insecticides [commercial name; g of a.i.100L⁻¹] abamectin [Vertimec[®] 18EC; 2.7], acetamiprid
17 [Mospilan[®]; 8], thiamethoxam [Actara[®] 250WG;7.5], acetamiprid + ethofenprox [Eleitto[®]; 10
18 + 18], ethofenprox [Safety[®]; 18], chlorantraniliprole [Altacor; 4.9], cyantraniliprole [Benevia[®];
19 10], clorfenapyr [Pirate[®]; 24], alpha-cypermethrin [Fastac[®] 100SC; 2]; deltamethrin [Decis[®]
20 25EC; 4.56], lambda-cyhalothrin [Karate Zeon[®] 50CS; 2.5], azadirachtin [Azamax[®]; 1.2],
21 spinetoram [Delegate[®] 250WG; 7.5], spinosad [Tracer[®]; 9.6] and flupyradifurone [Sivanto[®]
22 200SL; 20] were evaluated on adults and larvae of *Ceratitis capitata* as alternative to use of
23 insecticides organophosphorus chlorpyrifos [Lorsban[®] 480BR; 96], phosmet [Imidan 500WP;
24 100] and malathion [Malation[®] 1000EC; 200]. The insecticides were sprayed in Potter's Tower
25 (contact effect), offered as a toxic bait in mixture with the hydrolyzed protein Biofruit at 5%

1 (ingestion) and to larvae present inside of apple fruits 'Gala'. Spinetoram, Spinosad and alpha-
2 cypermethrin insecticides killed more than 80% of the *C. capitata* adults, on topical and
3 ingestion trials. Ethofenproxy and ethofenproxy + acetamiprid was effective only on topical
4 tests whereas cyantraniliprole acted upon ingestion. All these insecticides provided equivalent
5 mortality to organophosphates in the ingestion tests. Only chlorfenapyr, spinetoram and
6 chlorpyrifos showed toxic effect on larvae inside the apple fruits with 67, 74 and 84% control
7 of larvae. The greatest potential for control of *C. capitata* using the new chemical groups is
8 through adult management.

9

10 **Keywords:** Chemical Control, toxic bait, mediterranean-fruit-fly, apple.

11

12 **1 INTRODUÇÃO**

13 A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae)
14 é uma espécie polífaga (Liquido et al., 1991, 2013; McQuate e Liquido, 2017) e cosmopolita,
15 sendo considerada uma das principais espécies de mosca-das-frutas praga da fruticultura
16 mundial (Joachim-Bravo et al., 2001; Vera et al., 2002; Papadopoulos et al., 2013; Shelly et al.,
17 2014). Nas principais regiões produtoras de frutíferas do mundo, o manejo de *C. capitata* tem
18 sido realizado com a integração de diferentes estratégias de controle, com destaque para o
19 emprego de inseticidas na forma de pulverizações em cobertura e principalmente como isca
20 tóxica (Chueca et al., 2007; Mangan e Moreno, 2007; Urbaneja et al., 2009; Epsky et al., 2012;
21 Navarro-Llopis et al., 2013). Historicamente, os inseticidas organofosforados foram os mais
22 empregados no controle da praga por apresentarem efeito sobre adultos e larvas (Rahman e
23 Broughton, 2016).

24 No Brasil, até o ano de 2010, os inseticidas fentiona (Lebaycid®) e triclorfon
25 (Dipterex®) eram os principais inseticidas empregados no controle de moscas-das-frutas nas

1 principais frutíferas cultivadas no país (Scoz et al., 2004; Paranhos e Barbosa, 2005; Paranhos
2 et al., 2008; Botton et al., 2016). Por apresentar elevada toxicidade, baixa seletividade aos
3 inimigos naturais e longo período de carência, esses produtos foram retirados do mercado
4 (Anvisa RDC 37/2010; Botton et al., 2016). Atualmente, para o manejo de moscas-das-frutas
5 nas diferentes frutíferas são utilizados principalmente os organofosforados fosmete e malationa
6 por ainda serem aceitos no mercado Europeu, quando as frutas são destinadas à exportação
7 (EFSA, 2012, 2014; ANVISA, 2018).

8 Após a remoção dos principais organofosforados utilizados no controle das espécies
9 de mosca-das-frutas, os produtores têm utilizado piretroides (Raga, 2005), neonicotinoides
10 (Raga e Sato, 2011; Morelli et al., 2012; Araujo et al., 2013) e extratos de plantas (Alvarenga
11 et al., 2012; Silva et al., 2013; 2015) como alternativas de manejo da mosca-do-mediterrâneo.
12 Contudo, a utilização de organofosforados e piretroides tem sido questionada devido aos efeitos
13 sobre polinizadores e ao desequilíbrio nos pomares resultando no incremento de ácaros e
14 cochonilhas (Devine e Furlong, 2007; Nava e Botton, 2010; Pettis, 2013). Outro fator
15 importante é que devido ao uso contínuo de inseticidas pertencentes a poucos grupos químicos,
16 existe a possibilidade de selecionar populações resistentes (Magaña et al., 2007; Couso-Ferrer
17 et al., 2011; Arouri et al., 2015; Demant, 2017). Além disso, é fundamental avaliar novos
18 inseticidas com curto período de carência, que possam ser utilizados no período de pré-colheita
19 das frutas (Scoz et al., 2004; Botton et al., 2016).

20 Uma alternativa para o manejo do inseto tem sido o emprego de tecnologias atraí e
21 mata através da aplicação de iscas tóxicas (Mangan e Moreno, 2007; Urbaneja et al., 2009;
22 Epsky et al., 2012; Navarro-Llopis et al., 2013). As iscas tóxicas têm como base um atrativo
23 alimentar (carboidrato ou proteína hidrolisada) associado a um inseticida como agente letal
24 (Raga e Sato, 2005; Mangan, 2006; Vargas e Prokopy, 2006; Chueca et al., 2007; Urbaneja et
25 al., 2009; Manrakhan et al., 2013). Esta estratégia é considerada menos nociva aos insetos

1 polinizadores e a parasitoides devido à aplicação ser localizada e ao emprego de reduzida
2 quantidade de inseticida (Vargas et al., 2002; Gazit et al., 2013; Navarro-Llopis et al., 2013;
3 Yee e Alston, 2016). Em comparação às pulverizações em cobertura, o uso de iscas tóxicas
4 reduz em até dez vezes a quantidade de ingrediente ativo aplicada no ambiente (Varikou et al.,
5 2016; Yee e Alston, 2016), além de minimizar a ocorrência de resíduos nos frutos, devido à
6 aplicação ser localizada sem atingir diretamente os frutos (El-Sayed et al., 2009; Cabrera-Marín
7 et al., 2016).

8 No Brasil, as iscas tóxicas são formuladas com inseticidas misturados a formulações
9 comerciais de proteínas hidrolisadas ou melaço de cana-de-açúcar (Raga e Satto, 2005; Morelli
10 et al., 2012; Borges et al., 2015; Härter et al., 2015). Uma das principais formulações de proteína
11 hidrolisada empregadas para o manejo do inseto é o Biofruit (Biocontrole Métodos de controle
12 de Pragas LTDA, Indaiatuba - SP) utilizado em concentração de 3 a 5% (AGROFIT, 2017).

13 Nesse trabalho, foi avaliado o efeito de contato e ingestão de inseticidas de diferentes
14 grupos químicos sobre adultos e larvas de *C. capitata*, em laboratório, visando selecionar
15 inseticidas alternativos aos organofosforados para o controle do inseto.

16

17 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

18 **2.1 Obtenção dos insetos**

19 Para condução dos experimentos foi estabelecida uma criação de *C. capitata* em dieta
20 artificial no laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. Os
21 insetos utilizados nos experimentos foram coletados de frutos de pessegueiro *Prunus persica*
22 L., caquizeiro *Diospyros kaki* L. e araçazeiro *Psidium cattleianum* Sabine, 1821, localizados no
23 município de Pelotas, RS e infestados naturalmente. A criação de manutenção foi realizada em
24 dieta artificial (Nunes et al., 2013), sendo os adultos alimentados com dieta sólida a base de
25 extrato de soja, gérmen de trigo e açúcar mascavo, na proporção 3:1:1, respectivamente, e água

1 fornecida em esponjas de poliuretano dispostas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro
2 (Machota Jr. et al., 2010). Nos experimentos de efeito tópico e por ingestão, foram utilizados
3 insetos com idade de 6 ± 1 dias, sendo que no ensaio de ingestão, os adultos foram privados de
4 alimentação por 12 horas antes do fornecimento das iscas.

5

6 **2.2 Inseticidas**

7 Para os trabalhos de aplicação tópica e efeito de profundidade em frutos de maçã,
8 foram selecionados os inseticidas com base na recomendação técnica do fabricante e registro
9 no MAPA para o manejo das principais espécies de moscas-das-frutas nas espécies frutíferas
10 produzidas comercialmente no Brasil (AGROFIT, 2016) (Tabela 1). Alguns inseticidas
11 largamente utilizados e com registro para o manejo de moscas-das-frutas no Brasil
12 (acetamiprido, etofenproxi, acetamiprido + etofenproxi, deltametrina, espinetoram, clorpirifós,
13 fosmete e malationa) foram avaliados. Também buscou-se avaliar o efeito de novas moléculas
14 e algumas com registro para controle de outras espécies-praga de frutíferas (abamectin,
15 tiametoxam, chlorantraniliprole, ciantraniliprole, clorfenapir, alfacipermetrina,
16 lambdacialotrina, azadiractina, espinosade e flupyradifurone) no controle de *C. capitata*
17 (Agrofit, 2016). Os inseticidas foram diluídos em água em recipientes plásticos com capacidade
18 de 1 (um) litro e utilizados em pulverização em torre de Potter ou na imersão dos frutos. Para o
19 trabalho de ingestão, iscas tóxicas foram elaboradas a partir da mistura dos inseticidas (Tabela
20 1) com o atrativo alimentar a base de proteína hidrolisada (Biofruit) diluído a 5%, comparando-
21 se o efeito dos inseticidas ao controle (água). Todos os experimentos foram realizados em
22 laboratório (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

23

24

1 **Tabela 1.** Inseticidas avaliados nos bioensaios com adultos e larvas de *Ceratitis capitata* em
 2 laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Grupo químico	Dose (mL ou g 100L ⁻¹ de água)	
			i.a.	p.c.
Abamectin	Vertimec [®] 18EC	Avermectina	2,7	150
Acetamiprido	Mospilan [®]	Neonicotinoide	8	40
Tiametoxam	Actara [®] 250 WG	Neonicotinoide	7,5	30
Acetamiprido + Etofeproxí	Eleitto [®]	Neonicotinoide + Éter-piretroide	10	60
Etofenproxí	Safety [®]	Éter-piretroide	18	60
Chlorantraniliprole	Altacor [®]	Diamida	4,9	14
Ciantraniliprole	Benevia [®]	Diamida	10	100
Clorfenapir	Pirate [®]	Análogo de pirazol	24	100
Alfa cipermetrina	Fastac [®] 100SC	Piretroide	2,0	20
Deltametrina	Decis [®] 25EC	Piretroide	1,0	40
Lambda-cialotrina	Karate Zeon [®] 50 CS	Piretroide	2,5	50
Azadiractina	Azamax [®]	Tetranotriterpenoide	1,2	100
Espinetoram	Delegate [®] 250WG	Espinosina	7,5	15
Espinosade	Tracer [®]	Espinosina	9,6	20
Flupyradifurone	Sivanto [®] 200SL	Butenolides	20	100
Clorpirifós	Lorsban [®] 480BR	Organofosforado	96	200
Fosmete	Imidan [®] 500WP	Organofosforado	100	200
Malationa	Malation [®] 1000EC	Organofosforado	200	200
Controle	-	-	-	-

3

4 2.3 Efeito de inseticidas através da aplicação tópica sobre adultos de *Ceratitis capitata*

5 Para a realização do experimento, grupos de 10 insetos adultos (5 fêmeas e 5 machos)
 6 foram colocados dentro de tubos de ensaio de vidro (2,5 de diâmetro x 8 cm de comprimento)
 7 vedados na parte superior com filme plástico (PVC). No momento da pulverização, os insetos
 8 foram previamente sedados com dióxido de carbono (CO₂) e colocados sobre uma placa de
 9 Petri, onde foram pulverizados em uma torre de Potter – Potter Precision Laboratory Spray
 10 Tower (BurkardScientificUxbridge-UK), aplicando um volume de 1 mL da calda inseticida por
 11 repetição contendo 10 insetos, numa pressão de trabalho de 10 lb/pol² ou 68,95 kPa e resultando
 12 numa deposição média de resíduo de 3,0 mg/cm². Posteriormente, os insetos foram mantidos

1 dentro de gaiolas confeccionadas com copos de plástico transparente (300 mL), invertidos sobre
2 uma placa de Petri (8 cm de diâmetro), com uma abertura de 4 cm de diâmetro na parte superior
3 e vedado com tecido *voile* no topo. Durante o período de duração do experimento, os adultos
4 de *C. capitata* receberam dieta artificial sólida e água destilada em rolete de algodão dentro de
5 recipientes plásticos de 10mL.

6 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 19 tratamentos e 10
7 repetições contendo cinco casais por repetição. A mortalidade dos insetos foi avaliada em
8 intervalos de duas horas nas primeiras 24 horas após a exposição aos tratamentos (HAET) e a
9 cada 24 horas no intervalo entre 24 a 96 HAET. Foram considerados mortos os insetos que não
10 apresentavam reação ao toque de um pincel de ponta fina, com os dados corrigidos usando a
11 equação de Abbott (1925).

12

13 **2.4 Efeito de inseticidas sobre adultos de *Ceratitis capitata* via ingestão**

14 Para os experimentos de ingestão, adultos de *C. capitata* foram privados da
15 alimentação e água por um período de 12 horas antes do bioensaio. Decorrido este tempo,
16 grupos de 10 adultos (5 fêmeas e 5 machos) foram colocados em gaiolas confeccionadas de
17 copos plásticos transparentes (300 mL), invertidos sobre um disco de folha (8 cm de diâmetro),
18 com uma abertura de 4 cm de diâmetro vedado com tecido *voile* no topo. Posteriormente, foi
19 fornecido uma lamínula acrílica de 1cm² contendo uma gota de 40µL de isca tóxica formulada
20 com inseticida (produto comercial) (Tabela 1) e atrativo alimentar (Biofruit) diluído a 5%, e
21 água em recipiente com capacidade de 10mL. Decorridas quatro horas, as iscas tóxicas foram
22 retiradas e substituídas pela dieta artificial, a qual foi mantida até o final do experimento. O
23 delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 19 tratamentos e 10 repetições
24 com 5 casais de *C. capitata* por repetição. A mortalidade dos adultos em cada tratamento foi
25 avaliada em intervalos de duas horas nas primeiras 24 HAET e a cada 24 horas no intervalo

1 entre 24 a 96 HAET. Foram considerados mortos os insetos que não apresentavam reação ao
2 toque de um pincel de ponta fina e os dados corrigidos usando a equação de Abbott (1925).

3

4 **2.5 Determinação do tempo letal de inseticidas**

5 A partir dos ensaios de ingestão e aplicação tópica, foi determinado o tempo letal (TL₅₀
6 e TL₉₀) de cada inseticida nas duas formas de aplicação. As avaliações da mortalidade foram
7 realizadas a cada 30 minutos nas primeiras duas horas, a cada duas horas nas primeiras 24 horas
8 e a cada oito horas até 96 horas após o fornecimento das iscas tóxicas.

9

10 **2.6 Toxicidade de inseticidas sobre larvas de *Ceratitis capitata* em frutos de macieira**

11 Em laboratório, trinta frutos de maçã cv. 'Gala' foram colocados em gaiolas plásticas
12 de criação (42,5 x 30,7 x 30,5cm) contendo 500 casais de *C. capitata* com 10 a 15 dias de idade
13 por um período de 24 horas. Posteriormente, os frutos foram retirados das gaiolas de criação,
14 distribuídos aleatoriamente e mantidos por quatro dias em sala climatizada, considerando o
15 tempo necessário para a eclosão e início do desenvolvimento das larvas no interior dos frutos
16 (Zanardi et al., 2011). Após este período, os frutos de maçã foram imersos em caldas inseticidas
17 dos respectivos tratamentos (Tabela 1) por um período de 5 segundos e mantidos sobre folhas
18 de papel filtro por três horas para eliminação do excesso de umidade.

19 Posteriormente, os frutos foram colocados dentro de recipientes plásticos (500 mL) e
20 acondicionados em sala climatizada (Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10% e fotofase: 12 h).
21 A avaliação da presença de larvas vivas no interior dos frutos foi realizada 15 dias após a
22 oviposição, dissecando-se os frutos, considerando-se a presença ou ausência de larvas nos
23 frutos e realizando a contagem do número de larvas vivas presentes no interior de cada fruto.

24 O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 19 tratamentos e 10
25 repetições, sendo cada repetição composta por 5 frutos de maçã. O número de larvas vivas em

1 cada tratamento foi transformado em percentual de controle utilizando a equação de Abbott
2 (1925).

3

4 **2.7 Análise estatística**

5 Para os bioensaios de aplicação tópica e ingestão, os dados de mortalidade foram
6 submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A.). Para os
7 resíduos que não apresentaram distribuição normal ou homogeneidade da variância, os dados
8 foram transformados em $(\sqrt{x} + 0,5)$. Após a transformação, os dados foram submetidos à análise
9 de variância com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). A eficiência de
10 controle dos inseticidas foi determinada pela equação de Abbott (1925).

11 Para a determinação do tempo letal de inseticidas sobre adultos de *C. capitata* nos
12 experimentos de aplicação tópica e ingestão, o número de insetos mortos em cada tratamento e
13 período foram submetidos a análise de Probit através do programa POLO-PC (Leora 2002). A
14 partir da curva de resposta foram estimados os tempos letais (TL₅₀) e (TL₉₀). com os respectivos
15 intervalos de confiança (IC 95%), a heterogeneidade (h), os valores de coeficiente angular e os
16 graus de liberdade (GL) de cada tratamento. Os tratamentos foram comparados entre si por
17 meio do tempo letal médio e os intervalos de confiança obtidos em cada formulação de isca
18 tóxica.

19

20 **3 RESULTADOS**

21 **3.1 Toxicidade de inseticidas em ensaio de aplicação tópica**

22 Adultos de *C. capitata* foram altamente suscetíveis ao espinosade e aos inseticidas
23 organofosforados clorpirifós, fosmete e malationa nas primeiras 24 horas após a exposição aos
24 tratamentos (HAET) (Tabela 2) os quais diferiram ($F_{21,198} = 140,66$; $P < 0,01$) dos demais
25 inseticidas avaliados. Até 96 HAET, os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, alfa-

1 cipermetrina, espinetoram e espinosade apresentaram um incremento significativo na
2 mortalidade de adultos de *C. capitata*, similar aos fosforados, com mortalidade superior a 80%
3 (F21,198 =469,43; P <0,01) (Tabela 2). Os demais inseticidas avaliados proporcionaram
4 mortalidade entre 0 e 70% (F21,198 =469,43; P <0,01) (Tabela 2).

5

6 **3.2 Toxicidade de inseticidas em ensaio de ingestão de isca tóxica**

7 No experimento de ingestão utilizando o atrativo alimentar Biofruit (5%), adultos de
8 *C. capitata* apresentaram alta suscetibilidade aos inseticidas espinosade, clorpirifós e malationa
9 nas primeiras 24 HAET (Tabela 2). Estes três inseticidas diferiram (F21,198 =55,67; P <0.01)
10 dos demais produtos avaliados. Até 96 HAET, os inseticidas ciantraniliprole, alfa-cipermetrina,
11 espinetoram, espinosade e fosmete mostraram um incremento significativo na mortalidade de
12 adultos de *C. capitata*, proporcionando mortalidade superior a 80% e equivalente aos
13 organofosforados clorpirifós e malationa (F21,198 =39,2; P <0.01) (Tabela 2). Os demais
14 inseticidas avaliados (abamectina, acetamiprido, acetamiprido + etofenproxi, etofenproxi,
15 azadiractina, chlorantraniliprole, clorfenapir, deltametrina, flupyradifurone, lambda-cialotrina
16 e tiametoxam) proporcionaram mortalidade entre 25 e 75% (Tabela 2).

1 **Tabela 2.** Número médio de insetos vivos ($N \pm EP$) e porcentagem de mortalidade (%M) de adultos de *Ceratitis capitata* 24, 48, 72 e 96 horas
 2 após a exposição dos tratamentos (HAET) com inseticidas em bioensaio de aplicação tópica (contato) e ingestão de isca tóxica, em laboratório (T
 3 = $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $60 \pm 10\%$, fotofase = 12h).

Ingrediente ativo / Produto Comercial	Dose (g ou mL/100 L ⁻¹)		Aplicação	24 HAET		48 HAET		72 HAET		96 HAET	
	i.a. ³	p.c.		N \pm SE ¹	%M ²	N \pm SE ³	%M ⁴	N \pm SE ³	%M ⁴	N \pm SE ³	%M ⁴
Clorpirifós / (Lorsban® 480BR)	96	200	Contato	0,0 \pm 0,0 Hb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100
			Ingestão	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100
Fosmete / (Imidan 500WP)	100	200	Contato	0,1 \pm 0,1 Hb	99	0,1 \pm 0,1 Fb	99	0,0 \pm 0,0 Gb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100
			Ingestão	1,3 \pm 0,4 Eab	85	0,9 \pm 0,3 Fb	90	0,8 \pm 0,4 Eb	91	0,6 \pm 0,3 Eb	93
Malationa / (Malation® 1000EC)	200	200	Contato	0,0 \pm 0,0 Hb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100
			Ingestão	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Gb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Fb	100
Alfa-cipermetrina / (Fastac® 100SC)	2	20	Contato	4,5 \pm 0,5 Db	52	1,5 \pm 0,4 Ec	83	0,9 \pm 0,4 Fc	90	0,9 \pm 0,4 Gc	90
			Ingestão	3,9 \pm 0,7 Db	56	2,2 \pm 0,4 Ec	75	1,5 \pm 0,4 Ec	83	1,5 \pm 0,4 Ec	83
Espinetoram / (Delegate®250WG)	7,5	15	Contato	3,3 \pm 0,6 Eb	65	0,1 \pm 0,1 Fc	99	0,0 \pm 0,0 Gc	100	0,1 \pm 0,0 Gc	100
			Ingestão	0,7 \pm 0,3 Eb	92	0,3 \pm 0,2 Gc	97	0,2 \pm 0,2 Fc	98	0,2 \pm 0,2 Fc	98
Espinósade (Tracer®)	9,6	20	Contato	0,6 \pm 0,2 Gb	94	0,0 \pm 0,0 Fc	100	0,0 \pm 0,0 Gc	100	0,0 \pm 0,0 Gc	100
			Ingestão	0,0 \pm 0,0 Fb	100	0,0 \pm 0,0 Gc	100	0,0 \pm 0,0 Fc	100	0,0 \pm 0,0 Fc	100
Acetamiprido + Etofenproxi / (Eleitto)	10 18	60	Contato	1,6 \pm 0,5 Fb	83	0,4 \pm 0,2 Fc	96	0,4 \pm 0,2 Gc	95	0,4 \pm 0,2 Gc	95
			Ingestão	8,1 \pm 0,4 Ab	9	7,0 \pm 0,5 Ac	21	7,0 \pm 0,7 Ac	21	5,0 \pm 0,7 Bc	43
Efofenproxi / (Safety)	18	60	Contato	3,4 \pm 0,4 Eb	63	1,6 \pm 0,5 Ec	82	1,4 \pm 0,5 Fc	84	1,3 \pm 0,5 Fc	85
			Ingestão	6,7 \pm 0,5 Bb	25	5,3 \pm 0,6 Bc	40	5,0 \pm 0,5 Bc	44	3,8 \pm 0,4 Cc	57
Clorfenapir (Pirate®)	24	100	Contato	6,0 \pm 0,5 Cb	35	5,4 \pm 0,5 Cb	40	5,1 \pm 0,5 Cb	41	5,0 \pm 0,5 Cb	42
			Ingestão	3,5 \pm 0,5 Db	61	3,2 \pm 0,5 Db	64	2,9 \pm 0,5 Db	67	2,5 \pm 0,4 Db	72
Ciantraniliprole (Benevia®)	10	100	Contato	7,6 \pm 0,5 Bab	18	6,4 \pm 0,5 Bbc	29	4,8 \pm 0,7 Cc	44	4,4 \pm 0,7 Cc	49
			Ingestão	3,3 \pm 0,6 Da	63	1,3 \pm 0,3 Fb	85	0,7 \pm 0,3 Ec	92	0,7 \pm 0,3 Ec	92

1 **Tabela 2.** Número médio de insetos vivos ($N \pm EP$) e porcentagem de mortalidade (%M) de adultos de *Ceratitis capitata* 24, 48, 72 e 96 horas
 2 após a exposição dos tratamentos (HAET) com inseticidas em bioensaio de aplicação tópica (contato) e ingestão de isca tóxica, em laboratório (T
 3 = $23 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $60 \pm 10\%$, fotofase = 12h).

Ingrediente ativo / Produto Comercial	Dose (g ou mL/100 L ⁻¹)		Aplicação	24 HAET		48 HAET		72 HAET		96 HAET	
	i.a. ³	p.c.		N \pm SE ¹	%M ²	N \pm SE ³	%M ⁴	N \pm SE ³	%M ⁴	N \pm SE ³	%M ⁴
Abamectina / (Vertimec® 18EC)	2,7	150	Contato	8,1 \pm 0,5 Ba	13	5,1 \pm 0,6 Cb	43	3,2 \pm 0,5 Dc	63	2,7 \pm 0,5 Ec	69
			Ingestão	6,5 \pm 0,6 Ba	27	5,0 \pm 0,4 Bb	44	4,3 \pm 0,4 Cc	52	3,5 \pm 0,5 Cc	60
Acetamiprido / (Mospilan)	8	40	Contato	7,5 \pm 0,4 Bb	19	6,7 \pm 0,5 Bb	26	6,5 \pm 0,5 Bb	24	6,5 \pm 0,5 Bb	24
			Ingestão	3,3 \pm 0,7 Db	63	2,9 \pm 0,8 Db	67	2,7 \pm 0,7 Db	70	2,7 \pm 0,7 Db	69
Azadiractina / (Azamax®)	1,2	100	Contato	9,7 \pm 0,2 Aa	0	9,1 \pm 0,2 Aab	0	8,9 \pm 0,3 Aab	0	8,3 \pm 0,4 Ab	3
			Ingestão	8,9 \pm 0,5 Aa	0,0	7,3 \pm 0,8 Ab	18	6,6 \pm 0,8 Ab	26	6,4 \pm 0,8 Bb	27
Chlorantraniliprole / (Altacor®)	4,9	14	Contato	9,5 \pm 0,3 Aa	0	9,4 \pm 0,3 Aa	0	8,9 \pm 0,4 Aa	0	8,8 \pm 0,4 Aa	0
			Ingestão	6,8 \pm 0,6 Ba	24	6,0 \pm 0,6 Ba	33	5,6 \pm 0,5 Ba	37	5,3 \pm 0,5 Ba	40
Deltametrina / (Decis 25EC)	1,0	40	Contato	6,6 \pm 0,3 Ca	29	3,4 \pm 0,8 Db	62	2,6 \pm 0,7 Eb	70	2,6 \pm 0,7 Eb	70
			Ingestão	4,9 \pm 0,6 Cb	45	2,9 \pm 0,6 Dc	67	2,4 \pm 0,6 Dc	73	2,3 \pm 0,5 Dc	74
Flupyradifurone / (Sivanto 200SL)	20	100	Contato	9,1 \pm 0,3 Aa	2	8,6 \pm 0,3 Aab	4	7,4 \pm 0,5 Bbc	14	6,7 \pm 0,4 Bc	22
			Ingestão	5,2 \pm 0,8 Cab	42	4,5 \pm 0,9 Cb	49	4,1 \pm 0,9 Cb	54	4,0 \pm 0,9 Cb	55
Lambda-cialotrina / (Karate Zeon® 50 CS)	2,5	50	Contato	6,9 \pm 0,5 Cab	26	4,2 \pm 0,7 Dbc	53	3,9 \pm 0,8 Dc	55	3,5 \pm 0,7 Dc	59
			Ingestão	6,7 \pm 0,7 Bab	25	5,2 \pm 0,8 Bb	42	5,0 \pm 0,8 Bb	44	4,8 \pm 0,8 Bb	45
Tiametoxam / (Actara® 250 WG)	7,5	30	Contato	6,7 \pm 0,5 Cb	28	5,4 \pm 0,6 Cb	40	5,1 \pm 0,5 Cb	41	5,0 \pm 0,5 Cb	42
			Ingestão	5,9 \pm 0,6 Bb	34	4,5 \pm 0,5 Cb	49	3,9 \pm 0,6 Cb	56	3,4 \pm 0,7 Cb	61
Controle	-	-	Contato	9,3 \pm 0,3 Aab	-	9,0 \pm 0,3 Aab	-	8,6 \pm 0,4 Ab	-	8,6 \pm 0,4 Ab	-
			Ingestão	8,9 \pm 0,3 Aa	-	8,9 \pm 0,3 Aa	-	8,9 \pm 0,3 Aa	-	8,8 \pm 0,3 Aa	-

4 ¹Número médio ($N \pm EP$) de insetos vivos de *Ceratitis capitata* seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas em cada forma de aplicação (contato ou ingestão) não diferem
 5 entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

6 ² Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ³ Gramas ou mL de ingrediente ativo (i.a.) ou produto comercial (p.c.) por 100 litros de água.

1 3.3 Tempo Letal (TL₅₀) e (TL₉₀) de inseticidas

2 Com exceção dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi e do etofenproxi, todas as
3 formulações apresentaram um menor tempo letal via ingestão em comparação à aplicação
4 tópica (Tabela 3,4). Em aplicação tópica, a mistura acetamiprido + etofenproxi apresentou TL₅₀
5 inferior ao etofenproxi e ao acetamiprido aplicados de forma isolada (8,08, 17,2 e 89,4 horas,
6 respectivamente (Tabela 3).

7 Em aplicação tópica, o inseticida clorpirifós apresentou o menor tempo letal (TL₅₀=
8 3,69 horas) quando comparado aos demais inseticidas. A mistura acetamiprido + etofenproxi
9 apresentou rápida resposta na mortalidade via aplicação tópica, valor semelhante ao observado
10 para os demais organofosforados avaliados (fosmete e malationa), com TL₅₀ de 8,08, 6,49 e
11 6,07 horas, respectivamente (Tabela 3).

12 Houve um incremento significativo no tempo necessário para a mortalidade de 90%
13 da população (TL₉₀) tanto por ingestão quanto em aplicação tópica (Tabela 3,4). Em aplicação
14 tópica, o inseticida clorpirifós apresentou o menor tempo letal (TL₉₀= 7,06 horas), quando
15 comparado aos demais inseticidas. A mistura acetamiprido + etofenproxi e os inseticidas
16 espinetoram, espinosade, fosmete e malationa apresentaram TL₉₀ inferiores a 40 horas (Tabela
17 3).

- 1 **Tabela 3.** Tempos letais (TL₅₀ e TL₉₀), em horas, de adultos de *C. capitata* expostos a aplicação tópica de inseticidas (T = 25 ± 2°C, UR = 60
 2 ± 10%, fotofase = 12h).

Inseticida (Produto Comercial)	i.a. ¹	p.c. ¹	C.A. (±EP)	h	TL ₅₀ (IC95%)	TL ₅₀ (IC95%)	X ² (G.L)
Abamectin (Vertimec[®] 18EC)	2,7	150	1,52±0,24	0,905	95,9 (58,8-237,3)	665,0 (261-3.867)	11
Acetamiprido (Mospilan[®])	8	40	1,56±0,15	1,206	89,4 (62,0-157,5)	590,5 (290-1.880)	8
Acetamiprido + Etofenproxi (Elleito[®])	10 / 18	60	2,12±0,12	0,990	8,08 (6,96-9,20)	32,5 (28,9-37,1)	11
Efofenproxi / (Safety[®])	18	60	1,56±0,07	1,260	17,2 (15,2-19,4)	113,9 (92-147,5)	16
Alfa-cipermetrina / (Fastac[®] 100SC)	2	20	2,03±0,10	1,096	19,0 (16,8-21,3)	81,7 (69-100)	10
Azadiractina / (Azamax[®])	1,2	100	1,65±0,19	0,335	415,2 (272-809)	2.490 (1.172-8.347)	21
Chlorantraniliprole / (Altacor[®])	4,9	14	0,48±0,09	0,354	60.235	****	21
Ciantraniliprole (Benevia[®])	10	100	2,18±0,12	0,698	76,9 (70,1-85,6)	298,2 (244-381)	21
Clorfenapir (Pirate[®])	24	100	1,71±0,11	0,567	61,2 (53,4-72,0)	343,2 (253-504)	16
Clorpirifós (Lorsban[®] 480BR)	96	200	4,54±0,45	0,465	3,69 (2,91-3,40)	7,06 (6,15-8,03)	10
Deltametrina (Decis[®] 25EC)	1,0	40	1,59±0,13	1,099	47,7 (38,2-64,5)	303,9 (187-616)	9
Espinetoram (Delegate[®] 250WG)	7,5	15	5,43±0,27	1,103	22,0 (20,9-23,2)	37,9 (35,0-41,6)	18
Espinosade (Tracer[®])	9,6	20	6,60±0,35	0,794	16,4 (15,8-17,0)	25,7 (24,3-27,3)	10
Flupyradifurone (Sivanto[®] 200SL)	20	100	1,23±0,13	1,097	293,6 (199-566)	2.859 (1.255-10.169)	17
Fosmete (Imidan[®] 500WP)	100	200	3,45±0,22	1,003	6,49 (5,31-7,75)	15,3 (12,9-18,3)	12
Lambda-cialotrina (Karate Zeon[®] 50 CS)	2,5	50	1,23±0,09	1,245	61,3 (48,8-81,7)	595,1 (359-1.200)	11
Malationa (Malation[®] 1000EC)	200	200	6,00±0,56	1,114	6,00 (5,31-6,94)	9,8 (8,29-12,43)	16
Tiametoxam (Actara[®] 250 WG)	7,5	30	1,88±0,13	1,193	66,0 (56,7-79,8)	317,9 (227-508)	12

- 3 ¹ Concentração (Gramas ou mL de ingrediente ativo (i.a.) ou produto comercial (p.c.) por 100 litros de água).

- 4 *(C.A.): Coeficiente Angular; (h): heterogeneidade; (IC 95%): Intervalos de Confiança; (GL): Graus de Liberdade.

1 Quando fornecido via ingestão, o inseticida acetamiprido apresentou TL_{50}
2 consideravelmente inferior ao etofenproxi e à mistura acetamiprido + etofenproxi (12,0, 63,1 e
3 139,1, respectivamente) (Tabela 4). Os inseticidas organofosforados (clorpirifós, fosmete e
4 malationa) apresentaram TL_{50} inferiores aos demais inseticidas. No entanto, os inseticidas
5 clorfenapir, espinosade e espinetoram também apresentaram TL_{50} relativamente curtos em
6 comparação aos demais inseticidas, com 7,78, 3,41 e 6,82 horas, respectivamente (Tabela 4).

7 Quanto à resposta de adultos de *C. capitata* à oferta de isca tóxica [inseticida + Biofruit
8 (5%)], os inseticidas organofosforados clorpirifós e malationa e a espinosina espinosade
9 apresentaram TL_{90} 's inferiores aos demais inseticidas (3,98, 4,32 e 7,27 horas, respectivamente)
10 (Tabela 4). Os inseticidas pertencentes aos grupos químicos neonicotinoides, piretroides,
11 diamidas, análogo de pirazol, tetranotriterpeno, e butenolides apresentaram período superior
12 (entre 79 e 3.154 horas) para atingir mortalidade de 90% da população.

- 1 **Tabela 4.** Tempos letais (TL₅₀ e TL₉₀), em horas, de adultos de *C. capitata* via ingestão após o fornecimento de uma isca tóxica formulada
 2 com o atrativo Biofruit (5%) (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

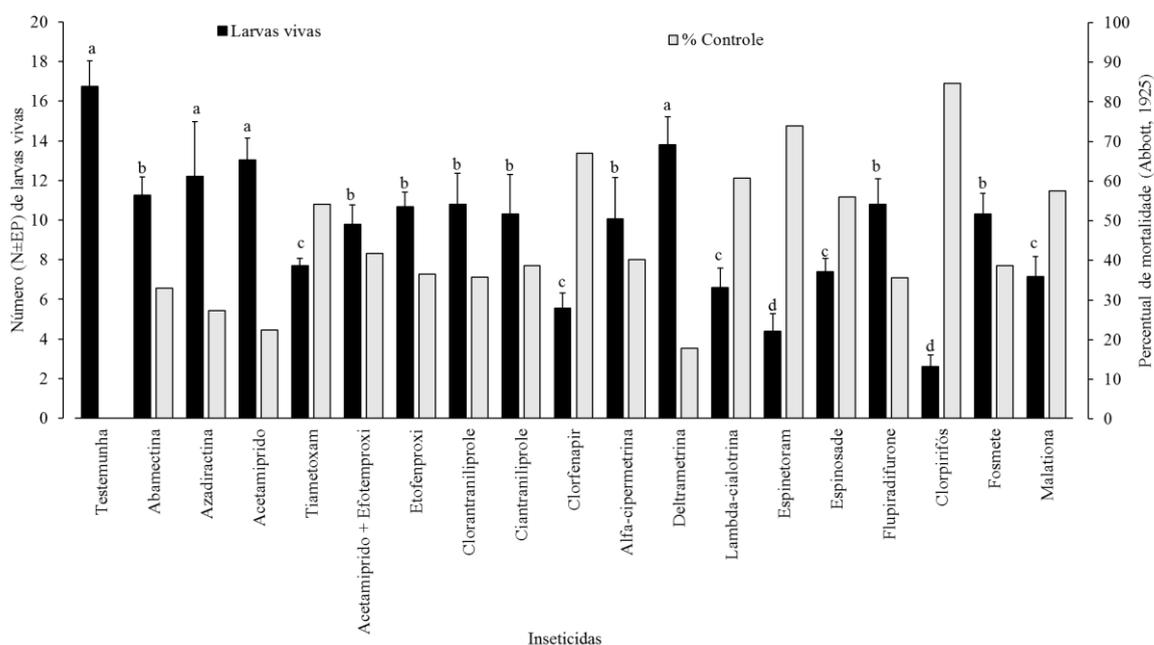
Inseticida (Produto Comercial)	i.a. ¹	p.c. ¹	C.A. (±EP)	h	TL ₅₀ (IC95%)	TL ₉₀ (IC95%)	X ² (G.L)
Abamectin (Vertimec[®] 18EC)	2,7	150	2,19±0,14	0,996	52,9 (47-61)	203,2 (160-275)	18
Acetamiprido (Mospilan[®])	8	40	0,90±0,05	1,022	12,0 (10-14)	315,2 (218-502)	14
Acetamiprido + Etofenproxi (Elleito[®])	10 / 18	60	1,06±0,07	0,652	139,1 (111-186)	2.234 (1.303-4.523)	21
Efofenproxi / (Safety[®])	18	60	1,57±0,08	0,459	63,1 (56-72)	413,5 (319-568)	21
Alfa-cipermetrina / (Fastac[®] 100SC)	2	20	1,51±0,10	1,108	22,9 (19-27)	162,2 (121-238)	9
Azadiractina / (Azamax[®])	1,2	100	2,11±0,15	0,266	121,7 (104-149)	494,3 (360-753)	20
Chlorantraniliprole / (Altacor[®])	4,9	14	1,15±0,08	0,467	105,9 (87-134)	1.390 (871-2.546)	21
Ciantraniliprole (Benevia[®])	10	100	1,81±0,11	0,603	15,5 (14-18)	79,2 (66-106)	9
Clorfenapir (Pirate[®])	24	100	0,47±0,82	0,486	6,7 (3,02-10,4)	3.154 (946-34.140)	16
Clorpirifós (Lorsban[®] 480BR)	96	200	4,55±0,31	0,784	2,08 (1,85-2,33)	3,98 (3,53-4,57)	20
Deltametrina (Decis[®] 25EC)	1,0	40	2,40±0,14	0,872	28,8 (26,2-32,2)	98,7 (80,7-127)	12
Espinetoram (Delegate[®]250WG)	7,5	15	2,38±0,15	0,889	7,16 (5,97-8,33)	24,7 (22,0-27,9)	10
Espinosade (Tracer[®])	9,6	20	3,51±0,17	0,891	3,05 (2,69-3,41)	7,27 (6,55-8,14)	19
Flupyradifurone (Sivanto[®] 200SL)	20	100	0,99±0,61	0,869	44,4 (38,3-55,4)	876,7 (581-1475)	21
Fosmete (Imidan[®] 500WP)	100	200	1,07±0,11	0,813	2,52 (1,39-3,78)	40,2 (32,7-52,2)	11
Lambda-cialotrina (Karate Zeon[®] 50 CS)	2,5	50	1,17±0,07	0,505	70,9 (61,0-84,9)	879,6 (597-1.433)	21
Malationa (Malation[®] 1000EC)	200	200	4,14±0,26	0,353	2,12 (1,93-2,31)	4,32 (3,89-4,88)	21
Tiametoxam (Actara[®] 250 WG)	7,5	30	1,38±0,08	0,803	56,2 (50,1-64,1)	475,8 (357-675)	21

3 ¹Concentração (Gramas ou mL de ingrediente ativo (i.a.) ou produto comercial (p.c.) por 100 litros de água).

4 *(C.A.): Coeficiente Angular; (h): heterogeneidade; (IC 95%): Intervalos de Confiança; (GL): Graus de Liberdade.

1 3.4 Toxicidade de inseticidas sobre larvas de *Ceratitís capitata* em maçãs

2 No experimento visando avaliar o efeito de profundidade dos inseticidas em frutos de
3 maçã infestadas com larvas de *C. capitata*, entre 98 e 100% dos frutos apresentaram dano do
4 inseto (puncturas, galerias e/ou presença de larvas vivas), inclusive os organofosforados. Dos
5 frutos de maçã que não receberam tratamento químico (controle) foi encontrado em média
6 $16,76 \pm 1,26$ larvas vivas por fruto (Figura 1). Dentre os inseticidas avaliados, o que apresentou
7 maior efeito de profundidade foi o clorpirifós, com $2,61 \pm 0,59$ larvas vivas (84% de controle).
8 O espinetoram foi o único inseticida avaliado que apresentou efeito tóxico sobre larvas de *C.*
9 *capitata* equivalente ao organofosforado clorpirifós, com média de $4,40 \pm 0,89$ larvas vivas (74%
10 de controle) por fruto avaliado ($F_{20,173} = 8,79$; $P < 0,01$) (Figura 1). Os inseticidas tiametoxam,
11 clorfenapir, lambda-cialotrina, espinosade e malationa foram os que apresentaram efeito
12 intermediário no controle de larvas presentes no interior de frutos de macieira em comparação
13 ao clorpirifós e ao espinetoram (entre 5,55 e 7,70 larvas vivas por fruto \simeq entre 54 e 67% de
14 controle). Já os inseticidas abamectina, a mistura acetamiprido + etofenproxi, etofenproxi,
15 chlorantraniliprole, ciantraniliprole, alfa-cipermetrina, flupyradifurone e fosmete apresentaram
16 baixo efeito sobre larvas (entre 9,78 e 11,27 larvas vivas por fruto avaliado \simeq entre 33 e 42%
17 de controle) sendo superiores aos observados pelos tratamentos acetamiprido, azadiractina,
18 deltametrina e controle sem inseticida (superiores a 12,2 larvas vivas por fruto avaliado,
19 inferiores a 27% de eficiência de controle). Desta forma, inseticidas espinetoram e clorpirifós
20 apresentaram os maiores percentuais de controle de larvas em frutos de macieira (74 e 84%,
21 respectivamente) sendo superiores aos demais inseticidas que registraram efeitos de
22 profundidade inferiores a 70% (Figura 1).



1

2 **Figura 1.** Número médio de larvas de *Ceratitís capitata* vivas (N± EP) por fruto (barras
3 pretas) e percentual de mortalidade (Abbott, 1925) (barras cinzas) doze dias após a imersão
4 (DAI) realizada 4 dias após a oviposição em frutos de maçã cv. 'Gala' em caldas inseticidas
5 em laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 60 ± 10%, fotofase = 12h).

6 *Médias seguidas de letras iguais nas barras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05).

7

8 4 DISCUSSÃO

9 O trabalho demonstrou que nenhum dos inseticidas avaliados controlou todas as larvas
10 vivas presentes no interior dos frutos de maçã (Figura 1). O resultado pode estar relacionado ao
11 elevado número de adultos presentes na gaiola de criação (média de 25 casais por fruto),
12 provocando elevada pressão de oviposição nos frutos de maçã. No entanto, os inseticidas
13 clorpirifós e espinetoram foram eficientes no controle de larvas, com uma redução de superior
14 a 70% em comparação ao tratamento controle (16,76±1,26 larvas por fruto). Os demais
15 inseticidas apresentaram baixo efeito de profundidade. Yee e Alston (2006) verificaram que os
16 inseticidas espinosade e imidacloprido apresentaram efeitos sobre larvas de *Rhagoletis*

1 *indifferens* Curran, 1932, havendo pouca emergência de adultos em frutos tratados com estes
2 inseticidas. O efeito sobre larvas tem sido observado principalmente quando se aplica
3 organofosforados, com destaque para a fentiona e o triclorfom, onde não ocorriam larvas de
4 *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) vivas em frutos (Salles e Kovaleski, 1990; Reis-Filho,
5 1994; Scoz et al., 2004; Nondillo et al., 2007). Contudo, os inseticidas neonicotinoides,
6 piretroides e espinosinas disponíveis para o controle de *A. fraterculus* não causam efeito
7 significativo no controle de larvas da espécie presentes no interior de frutos (Scoz et al., 2004;
8 Nondillo et al., 2007). Com exceção do acetamiprido que, diferente do resultado observado para
9 larvas de *C. capitata* em frutos de macieira no presente trabalho, mostrou efeito em larvas de
10 *A. fraterculus* presentes em bagas de *Vitis vinifera* L. cv. 'Itália', sendo considerado um
11 substituto adequado ao manejo de larvas de *A. fraterculus* em substituição à fentiona (Nondillo
12 et al., 2007). Devido aos inseticidas pertencentes aos neonicotinoides, piretroides e espinosinas
13 apresentarem efeito somente sobre adultos de *A. fraterculus* principalmente na forma de isca
14 tóxica (Scoz et al., 2004; Nondillo et al., 2007), deve-se avaliar este efeito sobre adultos de *C.*
15 *capitata* a campo.

16 Para o manejo da mosca-do-mediterrâneo, um inseticida ideal seria o que controlasse
17 os adultos e os ovos/larvas no interior dos frutos com limite máximo de resíduos (LMR)
18 aceitável nos principais países consumidores (Rahman e Broughton, 2016). Neste sentido, foi
19 comprovado o efeito dos inseticidas já utilizados há vários anos e pertencentes aos grupos
20 químicos organofosforados (clorpirifós, fosmete e malationa) (Raga e Sato, 2005, 2016;
21 Urbaneja et al., 2009), piretroides (deltametrina, lambda-cialotrina e éter-difenílico
22 etofenproxi) (Urbaneja et al., 2009; Morelli et al., 2012; Araújo et al., 2013; Rahman e
23 Broughton, 2016) e espinosina (espinosade) (Urbaneja et al., 2004; Raga e Sato, 2005; Navarro-
24 Llopis et al., 2013), os quais têm sido amplamente utilizados tanto em aplicações aéreas quanto
25 em iscas tóxicas no manejo da mosca-do-mediterrâneo em decorrência da não comercialização

1 dos antigos produtos que eram altamente eficientes sobre adultos e larvas de moscas-das-frutas,
2 como por exemplo a fentiona (Scoz et al., 2004; Rahman e Broughton, 2016; Reynolds et al.,
3 2017).

4 Dos grupos químicos avaliados nesse trabalho, os inseticidas espinetoram, espinosade,
5 alfa-cipermetrina, etofenproxi e a mistura acetamiprido + etofenproxi apresentaram elevada
6 toxicidade sobre adultos de *C. capitata* via contato, equivalente ao observado para os
7 organofosforados clorpirifós, fosmete e malationa. Trabalhos realizados por Morelli et al.
8 (2012), Araujo et al. (2013), Navarro-Llopis et al. (2013), Sarra et al. (2014), Hafsi et al. (2015)
9 e Reynolds et al. (2017) demonstram que estes grupos químicos apresentaram efeito sobre
10 adultos de *C. capitata* e *Bactrocera tryoni* (Froggatt, 1897), devendo-se utilizá-los em rotação
11 de grupos químicos, respeitando o período de carência. Por outro lado, os inseticidas
12 abamectina, acetamiprido, azadiractina, chlorantraniliprole, ciantraniliprole, clorfenapir,
13 deltametrina, flupiradifurone, lambda-cialotrina e tiametoxam apresentaram reduzida
14 mortalidade de adultos de *C. capitata* em aplicação tópica. Nondillo et al. (2007) observaram
15 baixa eficiência do tiametoxam sobre *A. fraterculus* em aplicação tópica e consideraram que o
16 inseticida acetamiprido não provoca ação de repelência a *A. fraterculus*, apresentando maior
17 efeito tóxico aos adultos via ingestão do que por contato, resultado comprovado no presente
18 trabalho para adultos de *C. capitata*, sugerindo o emprego do acetamiprido como substituto aos
19 organofosforados nas iscas tóxicas.

20 Um maior consenso a respeito da aplicação de inseticidas em área total visando o
21 controle de *C. capitata* diz respeito aos riscos de contaminação dos frutos com resíduos
22 químicos, o qual aumenta durante a fase de maturação dos frutos onde a probabilidade de
23 infestação e da ocorrência de danos por *C. capitata* é maior (Myburgh, 1964). Nessas situações,
24 o emprego de iscas tóxicas pode ser uma alternativa viável de manejo, como já foi demonstrado
25 em pomares de citros, maçã, pêssigo, nectarina, ameixa e pêra utilizando técnicas de atrai e

1 mata com inseticidas piretroides e iscas tóxicas a base de proteína contendo espinosade na
2 formulação (Navarro-Llopis et al., 2013; Rahman e Broughton, 2016).

3 Quando ofertados na forma de isca tóxica em mistura com o atrativo alimentar à base
4 de proteína hidrolisada (Biofruit diluído a 5%), os inseticidas alfa-cipermetrina,
5 ciantraniliprole, espinetoram, espinosade, clorpirifós, fosmete e malationa proporcionaram uma
6 mortalidade superior a 80%, enquanto que os demais apresentaram mortalidade de *C. capitata*
7 entre 25 e 75%. Segundo este trabalho, os grupos químicos piretroide (alfa-cipermetrina) e
8 espinosinas (espinetoram e espinosade) poderiam ser viabilizados no manejo de *C. capitata* em
9 aplicações de isca tóxica, assim como verificado por Harter et al. (2015), em avaliação do
10 inseticida espinosade como substituto à malationa no controle de *A. fraterculus*, em que o
11 espinosade mostrou elevada toxicidade via ingestão. O emprego de iscas tóxicas possibilita
12 efeito residual prolongado e maior eficiência em comparação com a pulverização de inseticidas
13 em área total, sendo que, a utilização dos dois métodos de aplicação possibilita controle
14 adequado de adultos da mosca-do-mediterrâneo (Navarro-Llopis et al., 2013).

15 A disponibilidade de inseticidas com diferentes modos de ação e atividade biológica
16 sobre *C. capitata* pode ajudar efetivamente na rotação de inseticidas para o manejo da
17 resistência da praga (Couso-Ferrer et al., 2011). Devido a fatores como a rápida multiplicação
18 em curtos períodos de tempo (Fernandez e Zucoloto, 1993; Zanardi et al., 2011), elevada
19 polifagia (Liquido et al., 1991, 2013, McQuate e Liquido, 2017) e capacidade de dispersão
20 (Diaz et al., 2008; Thomas, 2010), o manejo de *C. capitata* requer maior atenção durante a pré-
21 colheita e colheita das frutíferas, períodos nos quais há um aumento no nível de infestação da
22 praga.

23 Os inseticidas abamectina, azadiractina, acetamiprido, chlorantraniliprole,
24 flupiradifurone, lambda-cialotrina e tiametoxam mostraram baixa toxicidade tanto em adultos
25 quanto em larvas de *C. capitata*. No entanto alguns produtos, como a azadiractina, podem

1 favorecer a diminuição da praga através da repelência ou por reduzir a capacidade de oviposição
2 e desenvolvimento larval da praga como observado na pré-colheita ou colheita em sistemas
3 orgânicos de produção (Alvarenga et al., 2012; Silva et al., 2012), onde os produtos sintéticos
4 geralmente não podem ser pulverizados. Em situações onde há elevada pressão de infestação
5 de *C. capitata* sem alternativas para o manejo do inseto, a aplicação da azadiractina pode ser
6 utilizada no controle, mas sem apresentar elevado efeito na supressão, existindo a possibilidade
7 de ocorrência de danos nos frutos (Silva et al., 2015).

8 Na busca por inseticidas que possam substituir os organofosforados, as formulações
9 contendo espinetoram demonstraram controle eficiente através dos três modos de ação (por
10 absorção de contato e ingestão pelos adultos e o efeito de profundidade no interior de frutas
11 sobre larvas). Os resultados do presente estudo possibilitaram a identificação de moléculas
12 tóxicas a larvas (espinetoram) e adultos de *C. capitata* quando pulverizados (acetamiprido +
13 etofenproxi, etofenproxi, alfa-cipermetrina, espinetoram e espinosade) ou ofertados em forma
14 de iscas tóxicas (alfa-cipermetrina, ciantraniliprole, espinetoram e espinosade) podendo ser
15 alternativas aos organofosforados. No entanto, o resultado de ação de profundidade observados
16 com os inseticidas demonstra o baixo potencial de controle de larvas da mosca-do-
17 mediterrâneo, devendo-se utilizar os mesmo em forma de isca tóxica para obtenção de controle
18 satisfatório da praga.

19

20 **AGRADECIMENTOS**

21 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
22 Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado do primeiro autor e pelo financiamento da
23 pesquisa. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela liberação dos
24 laboratórios e equipamentos para o uso durante os experimentos. Aos colegas Joel Pasinato e
25 Ligia C. Bortoli pela colaboração no desenvolvimento dos trabalhos experimentais.

1 5 REFERÊNCIAS

2

3 Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ.
4 Entomol. 18, 265-267.

5 AGROFIT: Sistema de Agrotóxico Fitossanitário. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. (Acesso 21 Abril 2016).

7 Alvarenga, C.D., França, W.M., Giustolin, T.A., Paranhos, B.A.J., Lopes, G.N., Cruz, P.L.,
8 Barbosa, P.R.R., 2012. Toxicity of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to larvae of the
9 Mediterranean fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid,
10 *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). Fla. Entomol. 95, 57-62.

11 ANVISA. Regularização de Produtos – Agrotóxicos. [http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-](http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas)
12 [autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas](http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas). (Acesso 20 janeiro
13 2018).

14 Araújo, E.L., Juliatti, F.C., Ferreira, A.D.C.L., Fernandes, E.C., Sousa, M.M., 2013. Eficiência
15 de acetamiprido e etofenproxi no controle de *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), na
16 cultura da mangueira. Revista ACSA 9, 99-103.

17 Arouri, R., Le-Goff, G., Hemden, H., Navarro-Llopis, V., M'Saad, M., Castanera, P.,
18 Feyereisan, R., Hernandez-Crespo, P., Ortego, F., 2015. Resistance to lambda-cyhalothrin in
19 Spanish field Populations of *Ceratitidis capitata* and metabolic resistance mediated by P450 in a
20 resistant strain. Pest Manag. Sci. 71, 1281-1291.

21 Borges, R., Machota Jr., R., Boff, M. I., Botton, M., 2015. Efeito de iscas tóxicas sobre
22 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Bioassay 10, 1-8.

23 Botton, M., Arioli, C. J., Machota-Jr, R., Nunes, M. Z., Rosa, J. M., 2016. Moscas-das-frutas
24 na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego
25 de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. Agropecu. Catarinense 29, 103-107.

- 1 Cabrera-Marín, N.V., Liedo, P., Sánchez, D., 2016. The effect of application rate of GF-120
2 (Spinosad) and Malathion on the mortality of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) foragers.
3 J. Econ. Entomol. 109, 515-519.
- 4 Chueca, P., Montón, H., Ripollés, J.L., Castañera, P., Moltó, E., Urbaneja, A., 2007. Spinosad
5 bait treatments as alternative to malathion to control the mediterranean fruit fly *Ceratitis*
6 *capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. J. Pestic. Sci. 32, 407-411.
- 7 Couso-Ferrer, F., Arouri, R., Beroiz, B., Perera, N., Cervera, A., Navarro-Llopis, V., Castañera,
8 P., Hernández-Crespo, P., Ortego, F., 2011. Cross-resistance to insecticides in a Malathion-
9 resistant strain of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 104, 1349-1356.
- 10 Demant, L.L., 2017. Suscetibilidade e mecanismos de resistência de *Ceratitis capitata*
11 (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) a inseticidas no Brasil. 2017, Dissertação (Mestrado em
12 Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Conselho
13 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
- 14 Devine, G.J., Furlong, M.J., 2007. Insecticide use: contexts and ecological consequences,
15 Agric. H. Val. 24, 281-306.
- 16 Diaz, L.M., Murúa, F.A., Acosta, J.C., Escobar, J.M., 2008. Capacidad dispersiva de *Ceratitis*
17 *capitata* (Diptera: Tephritidae) entre valles agrícolas en San Juan, Argentina. Rev. Soc.
18 Entomol. Argent. 67, 155-161.
- 19 EFSA, 2012. – European Food Safety Authority. Modification of the existing MRLs for
20 phosmet in various crops. EFSA Journal 10, 2582.
- 21 EFSA, 2014. – European Food Safety Authority. Reasoned opinion on the modification of the
22 existing MRLs for malathion in various crops. EFSA Journal 12, 3588.
- 23 El-Sayed, A. M., Suckling, D. M., Byers, J. A., Jang, E. B., Wearing, C. H., 2009. “Potential of
24 ‘Lure and Kill’ in Long-Term Pest Management and Eradication of Invasive Species.” J. Econ.
25 Entomol. 102, 815-35.

- 1 Epsky, N.D., Midgarden, D., Rendon, P., Villatoro, D., Heath, R.R., 2012. Efficacy of wax
2 matrix bait stations for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 105,
3 471-479.
- 4 Gazit, Y., Gavriel, S., Akiva, R., Timar, D., 2013. Toxicity of baited spinosad formula-
5 tions to *Ceratitis capitata*: from the laboratory to the application. **Entomol. Exp. Appl.** 147, 120-125.
- 6 Härter, W.R., Botton, M., Nava, D.E., Grutzmacher, A.D., Gonçalves, R.S., Machota Jr., R.,
7 Bernardi, D., Zanardi, O.Z., 2015. Toxicities and residual effects of toxic baits containing
8 Spinosad or Malathion to control the adult *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Fla.*
9 *Entomol.* 98, 202-208.
- 10 Joachim-Bravo, I.S., Fernandes, O.A., Bortoli, S.A. de, Zucoloto, F.S., 2001. Oviposition
11 behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): association between
12 oviposition preference and larval performance in individual females. *Neotrop. Entomol.* 30,
13 559-564.
- 14 Leora Software., 2002. Polo Plus: Probit and Logit Analysis, v.1.0.
- 15 Liquido, N.J., Shinoda, L.A., Cunningham, R.T., 1991. Host plants of the Mediterranean fruit
16 fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Annapolis, MD: Entomological Society
17 of America, 52p.
- 18 Liquido N.J., Mcquate, G.T., Suiter, K.A., 2013. MEDHOST: an encyclopedic bibliography of
19 the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), Version 1.1.
20 United States Department of Agriculture, Center for Plant Health Science and Technology,
21 Raleigh. <https://www.gpdd.info/MedHost/>. (Acessado 14 outubro 2017).
- 22 Machota-Jr., R., Bortoli, L.C., Tolotti, A., Botton, M., 2010. Técnica de criação de *Anastrepha*
23 *fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural.
24 <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/boletim/bop015.pdf>. (Acessado 22 outubro 2015).

- 1 Magaña, C., Hernández-Crespo, P., Ortego, F., Castañera, P., 2007. Resistance to malathion in
2 field populations of *Ceratitis capitata*. J. Econ. Entomol. 100, 1836-1843.
- 3 Mangan, R.L., Moreno, D.S., 2007. Development of bait stations for fruit fly population
4 suppression. J. Econ. Entomol. 100, 440-450.
- 5 Manrakhan, A., Kotze, C., Daneel, J.H., Stephen, P.R., Beck, R.R., 2013. Investigating a
6 replacement for malathion in bait sprays for fruit fly control in South Africa citrus orchards.
7 Crop Prot. 43, 45–53.
- 8 McQuate, G.T., Liquido, N.J., 2017. Host plants of invasive tephritid fruit fly species of
9 economic importance. Int. J. Plant Biol. Res. 5, 1072.
- 10 Morelli, R., Paranhos, B. J., Costa, M. L. Z., 2012. Eficiência de Etofemproxi e Acetamiprido
11 no controle de mosca-do-Mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de
12 manga. Bioassay 7, 1-4.
- 13 Myburgh, A.C. 1964. Orchard populations of the fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.) in the
14 Western Cape Province. J. Entomol. Soc. South Africa 26, 378-389.
- 15 Nava, D.E., Botton, M. 2010. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis*
16 *capitata* em pessegueiro. Pelotas, RS, Embrapa Clima Temperado, 2010, 29p (Documentos,
17 315). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/889693>. (Acessado 20
18 fevereiro 2015).
- 19 Navarro-Llopis, V., Primo, J., Vacas, S. 2013. Efficacy of attract-and-kill devices for the control
20 of *Ceratitis capitata*. Pest Man. Sci. 69, 478-82.
- 21 Nondillo, A., Zanardi, O., Afonso, A.P., Benedetti, A.J., Botton, M., 2007. Efeito de inseticidas
22 noenicotinóides sobre a Mosca-das-frutas Sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann)
23 (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. BioAssay. 2:1-9.

- 1 Papadopoulos, N.T., Plant, R.E., Carey, J.R., 2013. From trickle to flood: the large-scale,
2 cryptic invasion of California by tropical fruit flies. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 280,
3 20131466.
- 4 Paranhos, B.A.J., Barbosa, F.R., 2005. Pragas-chave na cultura da mangueira. In: Menezes,
5 E.A., Barbosa, F.R. (eds.), *Pragas da Mangueira: monitoramento, nível de ação e controle.*
6 Petrolina, PE, Embrapa Semi-Árido. p.51-71.
7 <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/133188>. (Acessado 11 novembro
8 2017).
- 9 Paranhos, B.A.J., Nascimento, A.S., Barbosa, F.R., Viana, R., Sampaio, R., Malavasi, A.,
10 Walder, J.M.M., 2008. Técnica do Inseto Estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-
11 frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa
12 Semiárido. (Comunicado Técnico, 137), 6p.
- 13 Pettis, J.S., Lichtenberg, E.M., Andree, M. Stitzinger, J., Rose, R. 2013. Crop pollination
14 exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema*
15 *ceranae*. *PLoS One* 8, e70182.
- 16 Raga, A., 2005. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das- frutas na citricultura
17 paulista. *Laranja* 26, 307-322.
- 18 Raga, A., Sato, M.E., 2005. Effect of Spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and
19 *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. *Neotrop. Entomol.* 34,
20 815-822.
- 21 Raga, A., Sato, M.E., 2011. Toxicity of Neonicotinoids to *Ceratitis capitata* and *Anastrepha*
22 *fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *J. Plant Prot. Res.* 51, 413-419.
- 23 Raga, A., Sato, M.E., 2016. Controle químico de moscas-das-frutas. Campinas, SP, Instituto
24 Biológico. (Documento Técnico, 20), 14p.

- 1 Rahman, T., Broughton, S., 2016. Suppressing Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae)
2 with an attract-and-kill device in pome and stone fruit orchards in Western Australia. *Crop Prot.*
3 80, 108-117.
- 4 Reis-Filho, W., 1994. Controle químico da mosca-das-frutas – *Anastrepha fraterculus* (Wied.,
5 1830) (Diptera: Tephritidae) em macieira. *Rev. Bras. Frutic.* 6, 64-69.
- 6 Reynolds, O.L., Osborne, T.J., Barchia, I., 2017. efficacy of chemicals for the potential
7 management of the Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae).
8 *Insects* 8, 1-17.
- 9 Salles, L.A.B., Kovaleski, A., 1990. Inseticidas para controle da mosca-das-frutas. *Horti Sul* 1,
10 10-11.
- 11 Scoz, P.L., Botton, M., Garcia, M.S., 2004. Controle químico de *Anastrepha fraterculus*
12 (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. *Ciênc. Rural* 34, 1689-1694.
- 13 Shelly, T., Epsky, N., Jang, E.B., Reyes-Flores, J., Vargas, R., 2014. Trapping and the
14 Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies. Springer, New York, 638pp.
- 15 Silva, M.A., Bezerra-Silva, G.C.D, Vendramim, J.D., Mastrangelo, T., Fiorim, M.R. 2012.
16 Neem derivatives are not effective as toxic bait for Tephritid fruit flies. *J. Econo. Entomol.* 106,
17 1772-79.
- 18 Silva, M.A., Bezerra-Silva, G.C.D., Vendramim, J.D., Mastrangelo, T., 2013. Sublethal effect
19 of neem extract on Mediterranean fruit fly adults. *Rev. Bras. Frutic.* 35, 93-101.
- 20 Silva, M.A., Bezerra-Silva, G.C.D., Vendramim, J.D., Forim, M.R., Sá, I.C.G., 2015. Threshold
21 concentration of limonoids (Azamax) for preventing infestation by Mediterranean fruit fly
22 (Diptera: Tephritidae). *J. Econo. Entomol.* 108, 629-639.
- 23 Thomas, D., 2010. Dispersión y dinámica poblacional. In: Montoya, P., Hernández, E., Moscas
24 de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo. México, DF: IICA, 107-112.

- 1 Urbaneja, A., Chueca, P., Montón, H., Pascual-Ruiz, S., Dembilio, O., Vanaclocha, P., Abad-
2 Moyano, R., Pina, T., Castañera, P., 2009. Chemical alternatives to malathion for controlling
3 *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish
4 citrus orchards. J. Econ. Entomol. 102, 144-151.
- 5 Urbaneja, A., Dembilio, O., Tortosa, D., Viñuela, E., Castañera, P. 2004. Efectos secundarios
6 de tratamientos cebo usados para el control de *Ceratitis capitata*, sobre fauna útil. Phytoma
7 España 160, 28-40.
- 8 Vargas, R.I., Miller, N. W., Prokopy, R.J., 2002. Attraction and feeding responses of
9 Mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins,
10 phloxine B and spinosad. Entomol. Exp. Appl. 102, 273-282.
- 11 Vargas, R.I., Prokopy, R.J., 2006. Attraction and feeding responses of Melon flies and Oriental
12 fruit flies (Diptera: Tephritidae) to various protein baits with and without toxicants. Proc.
13 Hawaii. Entomol. Soc. 38, 49-60.
- 14 Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A., Loannou, A., Kapogia, E., 2016. Improvement of
15 bait sprays for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). Crop Prot. 81, 1-8.
- 16 Vera, M.T., Rodriguez, R., Segura, D.F., Cladera, J.J., Sutherst, R.W., 2002. Potential
17 geographical distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera:
18 Tephritidae), with emphasis on argentina and australia. Environ. Entomol. 31, 1009-1022.
- 19 Yee, W. L., Alston, D. G., 2006. Effects of spinosad, spinosad bait, and chloronicotinyl
20 insecticides on mortality and control of adult and larval western cherry fruit fly (Diptera:
21 Tephritidae). J. Econ. Entomol. 99, 1722-1732.
- 22 Yee, W.L., Alston, D.G., 2016. Sucrose mixed with spinosad enhances kill and reduces
23 oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) under low food availability. J.
24 Entomol. Sci. 51, 101-112.

- 1 Zanardi, O.Z., Nava, D.E., Botton, M., Grützmacher, A.D., Machota-Jr., R., Bisognin, M.,
- 2 2011. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira,
- 3 pessegueiro e videira. *Pesq. Agropecu. Bras.* 46, 682-688.

Artigo 4 – Pest Management Science

Versão em português

**Controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) com iscas tóxicas em uvas
finas de mesa**

Baronio CA, Paranhos BAJ, Garcia FRM, Botton M

1 **Controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) com iscas tóxicas em uvas**
2 **finas de mesa**

3

4 Cleber A. Baronio^a; Beatriz A. J. Paranhos^b, Flávio R. M. Garcia^a; Marcos Botton^{c*}

5

6 **Título de cabeçalho:** Eficácia de formulações de iscas tóxicas sobre *C. capitata*

7

8 **Resumo**

9 **CONHECIMENTO:** *Ceratitis capitata* é uma das principais pragas da cultura da videira
10 na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco, principal polo produtor e
11 exportador de uvas finas de mesa do Brasil. A aplicação de iscas tóxicas é uma
12 alternativa para o manejo do inseto evitando a presença de resíduos tóxicos nos
13 frutos. Nesse trabalho, foi avaliado o efeito de formulações de iscas tóxicas de pronto
14 uso Gelsura[®] (alfa-cipermetrina, 1: 2 água - 4,5 L.ha⁻¹ de calda) e Success[®] 0,02CB
15 (espinosade 1 : 1,5 água – 4,0 L.ha⁻¹ de calda), aplicados na dose de 300 pontos por
16 hectare na supressão populacional de *C. capitata*. Os experimentos foram conduzidos
17 em quatro áreas comerciais de uvas finas de mesa no período de fevereiro a março e
18 novembro a dezembro de 2017.

19 **RESULTADOS:** A população de adultos de *C. capitata* monitorada com armadilhas
20 contendo o paraferomônio trimedlure aumenta significativamente no período de pré-
21 colheita/colheita das uvas. As iscas tóxicas Gelsura[®] e Success[®] 0,02CB reduziram o
22 número de adultos de *C. capitata* capturados nas armadilhas de monitoramento quan-

23 *Autor para correspondência: M Botton, Laboratório de Entomologia, Embrapa Uva e Vinho, Bento
24 Gonçalves, RS 95701-008, Brazil. E-mail: marcos.botton@embrapa.br

25 ^aDepartamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

26 ^bEmbrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil

27 ^cEmbrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil

1 do comparado com a pulverização de inseticidas e testemunha (sem controle). Na
2 colheita, foi observado redução de danos (puncturas e/ou galerias causadas pelas
3 larvas) nas bagas nas áreas tratadas, quando comparado com a testemunha sem
4 controle. Quando as iscas tóxicas foram comparadas com o manejo convencional com
5 a pulverização do inseticida etofenproxi, o efeito de controle do Gelsura[®] foi superior.
6 As duas formulações de iscas tóxicas foram equivalentes entre si, sendo que Gelsura[®]
7 reduz de maneira mais significativa a população de adultos verificada através das
8 armadilhas de monitoramento com o paraferomônio trimedlure.

9 **CONCLUSÃO:** As formulações Gelsura[®] a base de alfa-cipermetrina (4,5 L.ha⁻¹ de
10 calda) e Success[®] 0,02CB a base de espinosade (4,0 L.ha⁻¹ de calda) controlam *C.*
11 *capitata* em uvas finas de mesa na região do Submédio do Vale do São Francisco.

12

13 **Palavras-chave:** mosca-do-mediterrâneo, videira, atrai e mata, alfa-cipermetrina,
14 espinosade.

15

16 **Control of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) with toxic baits on fine table
17 grapes**

18

19 **Abstract**

20 **BACKGROUND:** *Ceratitis capitata* is one of the main pests of fine table grapes
21 cultivated in the Sub-media São Francisco valley. The management with toxic bait
22 spray is one alternative to this insect and to avoid occurrence insecticide residues on
23 fruits. The application of toxic baits based on alpha-cypermethrin (Gelsura[®] 1:2 parts
24 water – 4.5 L.ha⁻¹ of spray solution) and spinosad (Success[®] 0.02CB 1:1.5 water – 4.0

1 L.ha⁻¹ of spray solution) was evaluated at dose of 300 spots per hectare on the
2 population suppression of *C. capitata* in fine table grapes during two seasons.

3 **RESULTS:** *C. capitata* adults population monitored with traps containing the trimedlure
4 increased significantly on pre-harvest/harvest period. The toxic baits Gelsura[®] and
5 Success[®] 0.02CB achieved good control of the *C. capitata* population, reducing the
6 number of *C. capitata* adults captured in monitoring traps when compared with areas
7 without (control treatment) and with cover sprays of insecticides. In the harvest, was
8 observed a reduction of damage (punctures or galleries caused by larvae) on berries
9 and bunches in areas treated with toxic baits to the area without insecticide
10 applications. Also, the population level of *C. capitata* on Gelsura[®] plots remained lower
11 than those observed in areas that received sprays of acetamiprid, etofenproxi and their
12 mixture. Both of toxic bait formulations were equal although Gelsura[®] reduced more
13 significantly adults population on traps containing trimedlure.

14 **CONCLUSION:** Toxic bait formulations containing alpha-cypermethrin (Gelsura[®] - 4,5
15 L.ha⁻¹ of spray solution) and spinosad (Success[®] 0.02CB 4,0 L.ha⁻¹ of spray solution)
16 are good alternatives for the suppression of *C. capitata* populations in table grapes in
17 the Sub-media São Francisco Valley.

18

19 **Key-words:** mediterranean-fruit-fly, grape, attract-and-kill, alpha-cypermethrin,
20 spinosad.

21

22 **1 INTRODUÇÃO**

23 Dentre as principais frutas produzidas e exportadas pelo Brasil, destacam-se
24 as uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L.) cultivadas no Submédio do Vale do São
25 Francisco localizado nos Estados da Bahia e Pernambuco¹. A região é responsável

1 por 99% das exportações de uvas finas de mesa do Brasil numa área cultivada de
2 8.523 hectares, com produtividade de 30 a 40 toneladas por hectare por ano com até
3 duas safras e meia por ano^{2,3,4}.

4 A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera:
5 Tephritidae) é um dos principais problemas fitossanitários que afetam a produção e a
6 comercialização de frutas na região, resultando em danos diretos que reduzem a
7 quantidade e a qualidade dos frutos^{5,6}. Seguindo a escala de desenvolvimento
8 fenológico da videira⁷, o início da infestação pela mosca-do-mediterrâneo ocorre aos
9 60 dias após a poda (grão ervilha), com a aparição de danos 20 dias após⁸. No
10 entanto, a maior infestação e presença de bagas com danos ocorre no início da
11 maturação dos frutos aos 90 a 100 dias após a poda^{8,9,10}. Além dos danos diretos,
12 existem restrições quarentenárias ao comércio internacional de frutas frescas devido
13 à presença de larvas e/ou pela detecção de resíduos de inseticidas utilizados para o
14 controle da praga^{6,11}. A presença de *C. capitata* é um entrave à comercialização de
15 uvas finas de mesa, pois onera os produtores devido a necessidade de certificação
16 fitossanitária para fins de exportação^{8,11}. Outro aspecto importante é a demanda por
17 tratamento a frio na pós-colheita visando eliminar os ovos e as larvas presentes nas
18 bagas antes do carregamento e envio^{8,12,13}, em alguns casos, realizado no destino
19 final.

20 O manejo de *C. capitata* tem sido realizado com a integração de diferentes
21 estratégias de controle^{5,14}. Inicialmente deve ser efetuado o monitoramento com o
22 emprego de armadilhas Jackson contendo o paraferomônio trimedlure sendo
23 estabelecido o nível de controle de 0,5 moscas por armadilha por dia (MAD)⁵. Nas
24 áreas onde há infestação, é realizado a limpeza e destruição das bagas danificadas
25 principalmente nas três semanas que antecedem a colheita, aplicação de estratégias

1 de atrai e mata como as iscas tóxicas e a captura massal além de inseticidas em
2 cobertura^{5,15,16,17,18}. Devido às restrições quanto à presença de resíduos de inseticidas
3 nos frutos, os produtores têm priorizado o uso de técnicas de “atrai e mata” (do inglês
4 “attract and kill”) com destaque para as iscas tóxicas que consistem na associação de
5 um atrativo com um agente letal^{15,19,20}. Dentre as vantagens do emprego de iscas
6 tóxicas destacam-se a ausência de resíduos nos frutos devido à aplicação ser
7 direcionada ao tronco ou folhas das plantas, menor efeito sobre inimigos naturais;
8 menor quantidade de calda (inseticida e água) aplicada nos pomares e, como
9 geralmente as infestações são originárias de hospedeiros localizados fora dos
10 pomares^{5,11}, a isca tóxica permite estabelecer uma barreira tóxica que atua reduzindo
11 a infestação.

12 A principal formulação de isca tóxica empregada na região do Submédio do
13 Vale do São Francisco é o Success[®] 0,02CB (= GF 120) (Dow Agrosiences – Santo
14 Amaro - SP), o qual contém o ingrediente ativo espinosade⁹. No entanto, devido à
15 oferta constante de frutos maduros ao longo do ano na região e ao uso contínuo de
16 somente uma formulação de isca tóxica para o manejo químico da espécie, é
17 fundamental a busca por novas ferramentas visando evitar a seleção de populações
18 resistentes ao inseticida^{21,22}. Uma nova formulação de isca tóxica de pronto uso,
19 Gelsura[®], está em fase de registro no Brasil para o manejo de moscas-das-frutas¹⁸. A
20 isca é composta por uma matriz de polímeros que buscam conferir maior resistência
21 à degradação pela luz solar e chuva, tendo como ingrediente ativo a alfa-cipermetrina
22 a 0,6%, além de atrativos alimentares a base de proteínas e um paraferomônio -
23 mistura de isômeros tetra-butil,4-5-cloro-2-metilciclohexano-1-carboxilato, conhecido
24 como trimedlure²³, específico para atração de machos da mosca-do-mediterrâneo^{24,25},

1 o que a diferencia das demais por potencializar a capacidade atrativa da isca tóxica a
2 adultos da praga²⁶.

3 Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das iscas tóxicas Gelsura[®] e
4 Success[®] 0,02CB no controle de *C. capitata* em uvas finas de mesa das cultivares
5 'Sugar Crisp', 'Arra-15' e 'Itália Muscat' na região do Submedio do Vale do Rio São
6 Francisco.

7

8 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

9 **2.1 Locais de condução dos experimentos**

10 Os experimentos foram realizados em fazendas produtoras de uvas finas de
11 mesa (*Vitis vinifera* L.) localizadas nos municípios de Casa Nova e Curaçá (BA), Lagoa
12 Grande e Petrolina (PE) utilizando cultivares de uvas brancas apirênicas ('Sugar Crisp'
13 e 'Arra-15') e da cultivar com sementes 'Itália Muscat'. Em cada propriedade, foram
14 selecionadas áreas de 2,5 a 6,0 ha, plantadas no espaçamento variando entre 2,0 a
15 3,0m (entre plantas) x 3,0 a 4,0m (entre fileiras) com histórico de infestação por *C.*
16 *capitata*. As iscas tóxicas Gelsura[®] e Success[®] 0,02CB foram avaliadas em todos os
17 experimentos na proporção de 1:2 e 1:1,5 partes de produto comercial e água,
18 respectivamente.

19 O primeiro experimento foi realizado em uma área de quatro hectares
20 localizada em Casa Nova – BA (9°18'49"S; 40°52'50"O) com videira de 3 anos de
21 idade da cultivar 'Sugar Crisp' (1.000 plantas.ha⁻¹). O experimento foi instalado em 7
22 de fevereiro de 2017 com aplicações das iscas tóxicas em 20 de fevereiro, 01, 07, 15
23 e 22 de março e colheita em 28 de março de 2017. Nesse experimento foi avaliada a
24 isca tóxica Gelsura[®] (3,0 e 4,5 L.ha⁻¹ de calda), comparada com o tratamento

1 Success® 0,02CB (4,0 L.ha⁻¹ de calda) e um tratamento testemunha, sem aplicação
2 de inseticida. Cada tratamento foi aplicado em uma área de 1 hectare.

3 O segundo experimento foi conduzido em área de produção da cultivar 'Arra-
4 15' (950 plantas por hectare) de 2,5 hectares localizada no município de Petrolina -
5 PE (9°10'40"S; 40°32'06"O) implantado em 2014. O experimento foi instalado em 10
6 de outubro de 2017 com as aplicações realizadas em 17 e 26/10 e em 01, 09 e 16/11
7 com colheita em 24/11/2017. O tratamento avaliado foi a isca tóxica Gelsura® (4,5
8 L.ha⁻¹ de calda), comparado com o Success® 0,02CB (4,0 L.ha⁻¹ de calda), aplicado
9 em áreas de 1,0 hectare e a área testemunha sem aplicação de inseticidas de 0,5
10 hectare.

11 O terceiro experimento foi conduzido em área de produção da cultivar 'Arra-
12 15' de 4,0 hectares (1.150 plantas por hectare) localizada no município de Lagoa
13 Grande - PE (9°04'49"S; 40°08'03"O). O experimento foi instalado em 10 de novembro
14 de 2017 com as aplicações realizadas em 17 e 23 de novembro e em 01, 08 e 15 de
15 dezembro, com colheita realizada em 20 de dezembro de 2017. Os tratamentos
16 avaliados foram a isca tóxica Gelsura® (4,5 L.ha⁻¹ de calda), comparada com o
17 Success® 0,02CB (4,0 L.ha⁻¹ de calda) aplicadas em áreas de 1,0 hectare. Como
18 testemunha, utilizou-se o manejo empregado na fazenda que utiliza a pulverização
19 com o inseticida etofenproxi (Safety®, 100mL de produto comercial em 100L de água,
20 350 Litros de calda por hectare) em 23/11 e 01/12 e da isca tóxica Success® 0,02CB
21 (2,0 L.ha⁻¹ de produto comercial sem diluição, aplicada com um pincel nas estacas de
22 sustentação do vinhedo) em 08 e 14/12, numa área de 2 hectares.

23 O experimento 4 foi conduzido em área de produção da cultivar 'Itália Muscat'
24 de 2,7 hectares (950 plantas por hectare) com cinco anos, localizada no município de
25 Curaçá - BA (9°09'54"S; 40°00'28"O). O experimento foi instalado em 31/10/2017 com

1 as aplicações realizadas em 08, 15, 22 e 29 de novembro e colheita em 06 de
2 dezembro de 2017. Em parcelas de 0,9 hectares, foram avaliadas a isca tóxica
3 Gelsura[®] (4,5 L.ha⁻¹ de calda) e Success[®] 0,02CB (4,0 L.ha⁻¹ de calda), comparadas
4 com a área testemunha que recebeu pulverizações de etofenproxi (Safety[®], 100mL
5 de produto comercial em 100L de água, 350 Litros de calda por hectare) em 08, 15,
6 22 e 29 de novembro de 2017.

7 Em todos os experimentos, as iscas tóxicas foram aplicadas com um
8 pulverizador elétrico costal da Jacto com reservatório de 15L direcionando os jatos
9 (um jato a cada 33 m²) nas estacas de sustentação do vinhedo, formando um
10 aglomerado de gotas em um ponto específico. O volume por jato da isca tóxica
11 Gelsura[®] foi de 10 mL (primeiro experimento) a 15 mL (3,0 e 4,5 L.ha⁻¹ de calda) e
12 para a isca tóxica Success[®] 0,02CB de 13,3 mL (4,0 L.ha⁻¹ de calda), totalizando 300
13 pontos por hectare.

14

15 **2.2 Monitoramento de adultos de *Ceratitis capitata***

16 No primeiro experimento, para o monitoramento da população de adultos de
17 *C. capitata*, em cada tratamento foram instaladas duas armadilhas Jackson contendo
18 o paraferomônio trimedlure (Iscalure[®] TML-plug – Isca Tecnologias, Ijuí, RS),
19 substituindo o atrativo a cada 3 semanas e duas armadilhas McPhail contendo a
20 proteína hidrolisada (Ceratrapp[®] sem diluição – Bioiberica, Barcelona, Espanha),
21 repondo o atrativo evaporado três semanas após a instalação. Nos demais
22 experimentos, o monitoramento da população de adultos de *C. capitata* foi realizado
23 utilizando apenas armadilhas modelo Jackson iscadas com paraferomônio trimedlure
24 (Iscalure[®] TML-plug) na densidade de 4 (quatro) armadilhas por tratamento. Todas as

1 armadilhas foram posicionadas em duas filas centrais das áreas, distanciadas 35
2 metros entre si dentro do tratamento e distanciadas 50 metros entre tratamentos.

3 Foram realizadas avaliações semanais a partir da instalação dos
4 experimentos, registrando-se o número de adultos de *C. capitata* capturados por
5 armadilha. Com os dados obtidos foi calculado índice MAD (moscas por armadilha por
6 dia) através da fórmula $MAD = M/(A \times D)$, onde, M = quantidade de moscas
7 capturadas; A = número de armadilhas na área e D = número de dias de exposição
8 da armadilha.

9

10 **2.3 Avaliação de injúrias em cachos e bagas de uva**

11 Foram realizadas avaliações da presença de ferimentos de oviposição
12 (puncturas) e/ou desenvolvimento larval (galerias) nas bagas causados por moscas-
13 das-frutas aos 14 (quatorze), 7 (sete) e 0 (zero) dias antes da colheita, em 100 cachos
14 ($n=100$) de cada área tratada. Foram selecionadas dez plantas localizadas nas duas
15 filas centrais de cada tratamento e marcadas com fita amarela zebreada. Em cada
16 planta, foram selecionados 10 cachos marcados com fita colorida e contado
17 previamente o número de bagas em cada cacho. A determinação do número de bagas
18 com dano em cada cacho em cada período de avaliação consistiu na contagem e
19 retirada das bagas danificadas (puncturas, posturas e larvas), evitando-se a
20 recontagem da baga danificada num mesmo cacho nas semanas seguintes. Para fins
21 de análise, os 10 cachos de cada planta foram considerados uma repetição. As
22 avaliações consistiram na contagem dos cachos com presença de pelo menos uma
23 baga danificada (% de cachos danificados) e do número médio de bagas danificadas
24 por cacho (% bagas danificadas pelo total de bagas avaliadas por cacho).

25

1 2.4 Análise estatística

2 No experimento 1, o número de adultos capturados nas armadilhas Jackson
3 contendo Iscalure® TML-plug nas sete semanas de avaliação foi comparado à média
4 de adultos capturada em armadilhas Mc-Phail contendo Ceratrap® usando o teste de
5 qui-quadrado, enquanto que os atrativo Iscalure® TML-plug e Ceratrap® foram
6 comparados entre si quanto ao número médio de machos, fêmeas e adultos em cada
7 tratamento através do teste t-student ($P \leq 0,05$).

8 Os dados de bagas com danos por cacho e número de cachos com dano
9 foram previamente transformados em percentagem e posteriormente submetidos à
10 análise de variância com as médias sendo comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

11

12 3 RESULTADOS

13 3.1 Nível de infestação de *Ceratitis capitata*

14 No primeiro experimento, foi observado um número médio de machos
15 capturados em armadilhas Jackson contendo o paraferomônio (Iscalure® TML-plug)
16 superior aos capturados nas armadilhas Mc-Phail contendo Ceratrap® (Tabela 1). Pelo
17 teste de qui-quadrado, foi verificado que houve diferença na captura entre machos e
18 fêmeas nas armadilhas com o atrativo alimentar Ceratrap®, o qual atraiu
19 principalmente fêmeas, enquanto que o paraferomônio Iscalure® TML-plug
20 praticamente só machos ($\chi^2 = 364,00$, $df = 1$, $p < 0,001$). O percentual de capturas
21 registrada para cada atrativo (Ceratrap® x Iscalure® TML-plug) foi equivalente na área
22 de Gelsura® 3,0 L.ha⁻¹ (53,3% x 46,7%, $p < 0,001$) ($\chi^2 = 105$, $df = 1$, $p < 0,001$),
23 Gelsura® 4,5 L.ha⁻¹ (40,0 % x 60,0%, $p < 0,001$) ($\chi^2 = 70$, $df = 1$, $p < 0,001$), Success®
24 0,02CB 4,0 L.ha⁻¹ (37,5% x 62,5%, $p = 0,062$) ($\chi^2 = 56$, $df = 1$, $p < 0,001$), testemunha
25 sem aplicação química (36,8% x 63,2%, $p < 0,001$) ($\chi^2 = 133$, $df = 1$, $p < 0,001$) e total,

1 considerando todas as capturas observadas nos quatro tratamentos (42,3% x 57,7%,
2 $p < 0,001$).

3 Quando foi comparado o total de indivíduos capturados (machos e fêmeas)
4 entre os dois atrativos, não foi observada diferença entre a armadilha Mc-Phail iscada
5 com a proteína hidrolisada Ceratrap® e o paraferomônio (Iscalure® TML-plug) na
6 captura de adultos nas áreas onde foram aplicadas as iscas tóxicas Gelsura® nas
7 dosagens de 3,0 L.ha⁻¹ ($F_{2,12} = 0,059$; $P > 0,05$) e 4,5 L.ha⁻¹ de calda ($F_{2,12} = 0,073$;
8 $P > 0,05$), Success® 0,02CB na dosagem de 4,0 L.ha⁻¹ de calda ($F_{2,12} = 5,915$; P
9 $> 0,05$) e testemunha sem aplicação de inseticidas ($F_{2,12} = 0,482$; $P > 0,05$) (Tabela
10 1). Para cada inseto capturado na armadilha Mc-Phail contendo Ceratrap®, foi
11 registrado proporcionalmente 1,4 adultos na armadilha Jackson contendo Iscalure®
12 TML-Plug.

13 A aplicação de iscas tóxicas para o controle de *C. capitata* nos tratamentos
14 realizados no experimento 1, em uva 'Sugar Crisp' apresentaram efeito na
15 manutenção do nível de infestação da praga abaixo do nível de controle de 0,5
16 moscas/armadilha/dia (MAD) até os 27 dias antes da colheita (DAC) (Figura 1). No
17 entanto, nas últimas quatro semanas, houve um aumento na pressão de adultos de
18 *C. capitata*, principalmente na área com a menor dose do Gelsura® (3 L.ha⁻¹ de calda)
19 e no tratamento testemunha que resultaram em MAD de 1,8 e 2,8 na semana da
20 colheita, respectivamente (Figura 1). Nos tratamentos com Gelsura® na dose de 4,5
21 L.ha⁻¹ de calda e Success® 0,02 CB, 4,0 L.ha⁻¹ de calda, o MAD foi de 1,17 e 1,47,
22 respectivamente.

23 Durante o período de avaliação do experimento 2 em área de produção de
24 uva da cultivar 'Arra-15', as aplicações de iscas tóxicas resultaram na supressão de
25 adultos de *C. capitata* até 19 DAC, sendo que neste período a isca tóxica Gelsura®

1 4,5 L.ha⁻¹ manteve a infestação abaixo do nível de controle (MAD \leq 0,5). Nas últimas
2 três semanas houve um aumento na população de adultos de *C. capitata* registrada
3 nas armadilhas de monitoramento, principalmente na testemunha, sendo que neste
4 caso, o MAD foi de 1,17 aos 4 dias antes da colheita, enquanto que nas áreas tratadas
5 com as iscas tóxicas Gelsura[®] 4,5 L.ha⁻¹ e Success[®] 0,02CB na dose de 4,0 L.ha⁻¹ o
6 MAD foi de 0,31 e 0,72, respectivamente (Figura 2). Aos 0 DAC, as iscas tóxicas
7 Gelsura[®] 4,5 L.ha⁻¹ e Success[®] 0,02CB apresentaram MAD abaixo do nível de
8 controle (0,5MAD) enquanto que a área sem tratamento inseticida apresentou MAD
9 acima do nível de controle.

10 No experimento 3, realizado com a uva 'Arra-15', a aplicação contínua da isca
11 tóxica Gelsura[®] 4,5 L.ha⁻¹ apresentou efeito na supressão populacional de *C. capitata*
12 até 11 DAC (MAD \leq 0,5), com efeito superior aos tratamentos Success[®] 0,02CB 4,0
13 L.ha⁻¹ e testemunha sem aplicação de inseticidas. No entanto, nas últimas duas
14 semanas houve um aumento na pressão de infestação de adultos de *C. capitata*,
15 observada principalmente na área tratada com a isca tóxica Success[®] 0,02CB, com
16 MAD de 15,2 aos 0 DAC, equivalente ao manejo convencional com aplicação de
17 inseticidas com MAD de 4,6. Nesse experimento, o MAD de 2,3 observado na área
18 tratada com Gelsura[®] foi inferior aos demais tratamentos (Figura 3).

19 No experimento 4, realizado com a uva 'Itália Muscat', o emprego de iscas
20 tóxicas para o manejo de *C. capitata* apresentou efeito na supressão de adultos até
21 os 14 DAC, mantendo o MAD abaixo do nível de controle. Assim como observado nos
22 experimentos anteriores, nas últimas duas semanas houve um aumento na infestação
23 de adultos de *C. capitata* em todas as parcelas, com todos os tratamentos
24 apresentando nível populacional equivalentes no dia da colheita nas áreas tratadas

1 com a isca tóxica Success® 0,02CB (2,67 MAD), manejo convencional com inseticidas
2 (2,36 MAD) e Gelsura® (0,81 MAD) (Figura 4).

3

4 **3.2 Danos em bagas e cachos de uvas causados por *Ceratitís capitata***

5 No primeiro experimento, não foi registrado diferença significativa no dano
6 causado por *C. capitata* em bagas nos tratamentos avaliados aos 13 DAC (F = 1,802;
7 df= 39; P = 0,164). Nas demais avaliações, houve uma redução nos danos
8 ocasionados pelo inseto às áreas tratadas com as iscas tóxicas em relação à
9 testemunha aos 6 DAC (F = 3,946; df= 39; P < 0,05), 0 DAC (F = 4,448; df= 39; P <
10 0,01) e total, onde os tratamentos Gelsura® nas doses de 3,0 e 4,5 L.ha⁻¹, e Success®
11 0,02CB 4,0 L.ha⁻¹ apresentaram 0,15, 0,07 e 0,1% de bagas danificadas,
12 respectivamente, inferior (F = 17,762; df= 39; P < 0,001) a testemunha sem aplicação
13 de inseticidas, com 0,71% de bagas com danos (Tabela 2).

14 Quanto às avaliações da porcentagem de cachos com danos, não houve
15 diferença entre os tratamentos com iscas tóxicas e a testemunha sem aplicação na
16 avaliação feita aos 13 DAC (F = 0,130; df = 39; P > 0,05), 6 DAC (F = 2,897; df= 39;
17 P < 0,05) e aos 0 DAC (F = 6,257; df = 39; P < 0,005). No entanto, as iscas tóxicas
18 Gelsura® nas doses de 3,0 e 4,5 L.ha⁻¹, e Success® 0,02CB 4,0 L.ha⁻¹ diferiram
19 significativamente do tratamento testemunha quando foi analisado o dano acumulado
20 ao longo das três avaliações resultando em 4,00, 3,33, 2,67 e 14,0% de cachos com
21 danos, respectivamente (F = 8,255; df= 39; P < 0,001) (Tabela 2).

22 No experimento 2, não foram registradas diferenças na porcentagem de
23 bagas com danos aos 11 (F = 3,501; df = 29; P > 0,05) e 0 DAC (F = 0,982; df = 29; P
24 > 0,05) sendo registrado maior percentual de danos observado aos 4 DAC (F = 4,671;
25 df = 29; P < 0,05) (Tabela 3). Nesse experimento, também foi observado um maior

1 percentual de bagas com danos no tratamento testemunha sem aplicação, inferior às
2 áreas com iscas tóxicas Gelsura[®] e Success[®] 0,02CB, quando comparado a somatória
3 de todos os danos (1,68, 0,15 e 0,36%, respectivamente) ($F = 9,049$; $df = 29$; $P \leq$
4 $0,001$) (Tabela 3).

5 Já nas avaliações de danos em cachos, não houve diferença entre os
6 tratamentos em todas as avaliações (11, 4 e 0 DAC) com maior ocorrência de danos
7 observado na área sem aplicações químicas quando foi avaliado o percentual total
8 (soma acumulada das três avaliações), com maior porcentagem de danos (25%) na
9 testemunha, que diferiu significativamente dos tratamentos com iscas tóxicas
10 Gelsura[®] (6%) e Success[®] 0,02CB (8,0%) ($F = 5,400$; $df = 29$; $P < 0,01$) (Tabela 3).

11 No experimento 3, não houve diferença nos danos observados em bagas
12 entre os tratamentos nas avaliações realizadas aos 11 ($F = 1,143$; $df = 29$; $P > 0,05$),
13 5 ($F = 1,178$; $df = 29$; $P > 0,05$) e 0 DAC ($F = 2,172$; $df = 29$; $P > 0,05$) (Tabela 4). No
14 entanto, quando analisado o percentual acumulado de danos ao longo das três
15 semanas de avaliação, a isca tóxica Gelsura[®] apresentou menor percentual de danos
16 (0,22%) em comparação à isca tóxica Success[®] 0,02CB (1,00%) enquanto que o
17 tratamento convencional com a realização de duas aplicações de etofenproxi (Safety[®],
18 350mL de produto comercial por hectare aos 28 e 21 DAC) e da isca tóxica Success[®]
19 0,02CB[®] (2L/ha sem diluição aos 14 e 7 DAC) apresentou um percentual de bagas
20 (0,58%) danificadas equivalente aos demais tratamentos ($F = 3,184$; $df = 29$; $P <$
21 $0,05$) (Tabela 4).

22 Quanto a porcentagem de cachos danificados, não houve diferença estatística
23 entre os tratamentos nas avaliações realizadas aos 11 ($F = 1,258$; $df = 29$; $P > 0,05$),
24 5 ($F = 1,50$; $df = 29$; $P > 0,05$) e 0 DAC ($F = 1,020$; $df = 29$; $P > 0,05$) assim como no
25 somatório das três semanas de avaliação ($F = 1,935$; $df = 29$; $P > 0,05$) (Tabela 4).

1 Nas avaliações de bagas com danos realizadas no experimento 4, não foi
2 registrado diferença estatística nas avaliações realizadas aos 7 ($F = 0,730$; $df = 29$; P
3 $> 0,05$) e 0 DAC ($F = 1,344$; $df = 29$; $P > 0,05$), sem haver diferença no percentual total
4 de danos entre o tratamento convencional (0,16%) em comparação às iscas tóxicas
5 Gelsura[®] (0,11%) e Success[®] 0,02CB (0,10%) ($F = 0,272$; $df = 29$; $P > 0,05$) (Tabela
6 5).

7 Quanto às avaliações de danos em cachos, também não houve diferença entre
8 os tratamentos nas avaliações realizadas aos 7 ($F = 0,000$; $df = 29$; $P > 0,05$), 0 DAC
9 ($F = 0,587$; $df = 29$; $P > 0,05$) e acumulado das duas avaliações ($F = 0,300$; $df = 29$; P
10 $> 0,05$) (Tabela 5).

11

12 **4 DISCUSSÃO**

13 Em todas as áreas avaliadas, o início da aplicação das iscas tóxicas foi
14 realizado quando a infestação da mosca-do-mediterrâneo era baixa (MAD entre 0 e
15 1,86) período em que as plantas estavam com aproximadamente 65 dias após a poda.
16 Considerando que o ciclo fenológico das cultivares avaliadas na região é entre 100 a
17 120 dias após a poda e que as bagas verdes são inadequadas ao desenvolvimento
18 do inseto, as maiores infestações por *C. capitata* são observadas aproximadamente
19 90 a 100 dias após a poda (entre 21 e 15 dias antes da colheita), período em que há
20 a maior disponibilidade de frutos maduros e procura pelos adultos^{11,27}. Esse fato foi
21 confirmado em todas as áreas, com a incidência de *C. capitata* crescendo de maneira
22 significativa nas três semanas que antecederam a colheita (Figuras 1, 2, 3 e 4) quando
23 se registrou infestações na maioria dos casos acima do MAD estabelecido para
24 controle de 0,5. Existem outros fatores que potencializam a ocorrência da praga na
25 fase de maturação incluindo a capacidade de deslocamento dos adultos de até 11km

1 de distância²⁸, a aplicação de reguladores de crescimento no período de pré-colheita²⁹
2 e o escalonamento da colheita que permitem o deslocamento da praga de um parreiral
3 antigo ou de hospedeiros próximos para um novo em fase de maturação. Esses
4 fatores dificultam as avaliações de iscas tóxicas a campo devido ao risco de
5 desuniformidade de infestação nas áreas experimentais considerando a facilidade do
6 deslocamento dos adultos. No entanto, nas quatro áreas selecionadas, esses fatores
7 foram minimizados procurando selecionar áreas homogêneas e com bordas
8 uniformes. Por isso, considera-se que as diferenças observadas nas flutuações
9 populacionais dos adultos e danos nos frutos sejam resultado dos tratamentos
10 empregados.

11 O primeiro experimento demonstrou que é possível realizar o monitoramento
12 da espécie, tanto através da captura de machos com utilização de armadilhas Jackson
13 contendo o paraferomônio trimedlure (Iscalure[®] TML-Plug) quanto de fêmeas com
14 armadilhas Mc-Phail contendo a proteína hidrolisada Ceratrap[®]. A capacidade da
15 proteína hidrolisada Ceratrap[®] em capturar maior número de fêmeas de *Anastrepha*
16 *fraterculus* (Wied., 1830) também foi observada em outros cultivos como goiaba
17 serrana *Acca sellowiana* (O. Berg)³⁰ e videira *Vitis vinifera* L.³¹ e de *Anastrepha ludens*
18 Loew, 1873, *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830) e *Anastrepha obliqua*
19 (Macquart, 1835) em manga *Mangifera indica* L.³². Os resultados do trabalho
20 mostraram que as duas formas de monitoramento são equivalentes, porém uma é
21 específica para machos (Jackson contendo Iscalure[®] TML-Plug) enquanto que a outra
22 atrai principalmente fêmeas (Ceratrap[®]), embora o raio de atratividade seja inferior ao
23 Iscalure[®] TML-Plug. Nos experimentos conduzidos em novembro/dezembro, as
24 armadilhas Jackson foram empregadas pela maior facilidade de manuseio agilizando
25 as avaliações³³.

1 O emprego de iscas tóxicas para o manejo da mosca-do-mediterrâneo é uma
2 ferramenta essencial para o controle de adultos em substituição e/ou complementação
3 às pulverizações de inseticidas em cobertura²⁰. No trabalho, foi observado que a
4 população de adultos registrada nas armadilhas de monitoramento Jackson iscadas
5 com o paraferomônio Iscalure[®] TML-plug nas áreas tratadas com a isca tóxica
6 Gelsura[®] (4,5 L.ha⁻¹) foi menor quando comparado com a isca tóxica Success[®]
7 0,02CB. Esse resultado pode estar relacionado à formulação, visto que o Gelsura[®],
8 por ser composto por um gel concentrado em uma matriz de polímeros contendo
9 atrativos alimentares²⁵ e o paraferomônio trimedlure, há um maior controle dos
10 machos, reduzindo as capturas nas armadilhas. A isca tóxica Gelsura[®] tem
11 apresentado resultados promissores na Europa para o controle de *C. capitata* e
12 *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) nas culturas de citros *Citrus sinensis* (L.) e oliveira
13 *Olea europea* L., respectivamente²⁵.

14 Com base no primeiro experimento, verificou-se que a maior dose do Gelsura[®]
15 (4,5 L.ha⁻¹) apresentou resultados de controle equivalentes aos observados na área
16 tratada com Gelsura[®] (3,0 L.ha⁻¹) porém, os níveis populacionais de adultos nas
17 armadilhas foram inferiores na maior dose. Por essa razão, a dose de 4,5 L.ha⁻¹ foi
18 escolhida para os demais experimentos. A realização de quatro a cinco aplicações
19 sequenciais realizadas em intervalos de sete dias com início aos 35 dias antes da
20 colheita, no início das infestações, demonstrou que a isca tóxica Gelsura[®] avaliada
21 manteve a infestação de adultos da mosca-do-mediterrâneo inferiores ou iguais à isca
22 tóxica Success[®] 0,02 CB e inferiores ao manejo convencional com pulverizações em
23 área total e/ou sem aplicação química (testemunha). Uma possibilidade a ser avaliada
24 em trabalhos futuros é quanto ao aumento do intervalo entre aplicações visto que na
25 região a incidência de precipitação pluvial é baixa³⁴. No entanto, devido a incidência

1 de raios solares pode haver degradação maior do ingrediente ativo, devendo ser
2 estimado para potencializar o efeito das aplicações. Esses fatores, assim como o
3 aumento ou redução no número de pontos por área deve ser investigado em trabalhos
4 futuros.

5 Nas áreas de produção de uvas finas de mesa localizadas na região do
6 Submédio do Vale do Rio São Francisco, o manejo convencional tem sido realizado
7 com o emprego de iscas tóxicas e a pulverização de etofenproxi e acetamiprido ou a
8 mistura de ambos, visto serem produtos aceitos principalmente na comunidade
9 europeia, destino da produção, além de serem autorizados para o cultivo para o
10 manejo da praga³⁵. No entanto, no caso do acetamiprido, não foi observado efeito na
11 supressão de adultos de *A. fraterculus* após duas aplicações do produto em pomar de
12 maçã³⁶ assim como o produto apresentou reduzido efeito sobre adultos em
13 laboratório, tanto via contato como ingestão. No entanto, trabalhos realizados visando
14 o manejo de *C. capitata* na cultura da mangueira pulverizando acetamiprido ou
15 etofenproxi na forma de isca tóxica mostraram reduções acima de 75% até 7 dias após
16 a pulverização, com os autores sugerindo que o produto pode ser empregado no
17 manejo da espécie na cultura^{6,19}, embora ambos os trabalhos tenham sido realizados
18 após o término da colheita da manga com provável redução da ocorrência do inseto.

19 Nos experimentos onde foram deixadas parcelas-testemunha (sem aplicação
20 de inseticidas), mesmo com um índice MAD na pré-colheita de 1,75 a 2,79, os danos
21 causados pelo inseto na cultura foram considerados baixos (de 0,8 a 1,7% das bagas
22 infestadas e até 25% dos cachos com sinais de puncturas e/ou galerias), com perda
23 econômica estimada em R\$ 3.900,00. Em outros cultivos, como os citros, as perdas
24 podem ser superiores a 30%, mesmo com aplicações de malationa ou da captura

1 massal³⁸. A baixa adaptação de larvas de moscas-das-frutas em se desenvolver em
2 bagas de uva também foi observada para *A. fraterculus*³¹.

3 No caso da mosca-do-mediterrâneo, considera-se que a mesma está em fase
4 de adaptação ao cultivo na região^{9,27}. Entretanto, mesmo com o nível de danos na
5 colheita sendo considerado baixo, a presença de populações de *C. capitata* nos
6 parreirais representa um problema para a exportação de uvas *in natura* para
7 determinados mercados devido a restrições quarentenárias¹². Em relação ao dano
8 causado pela punctura de oviposição, mesmo com uma porcentagem de bagas
9 danificadas considerado baixo (inferior a 2%), a presença dessa lesão pode resultar
10 em aumento na incidência de doenças da videira como observado com *A.*
11 *fraterculus*³⁹, o que acaba onerando custos de produção com mão-de-obra para
12 limpeza de cachos^{11,12,13,29}. Esses fatores, em conjunto com o problema de resíduos
13 de agrotóxicos nos frutos, fazem com que o inseto seja considerado um dos principais
14 desafios para a produção de uvas de mesa na região.

15 Com base nos resultados dos experimentos, conclui-se que a tecnologia 'atrai
16 e mata' com a utilização da isca tóxica a base de alfa-cipermetrina (Gelsura[®]) é uma
17 ferramenta para a supressão populacional de *C. capitata* na cultura da videira
18 equivalente a isca tóxica Success[®] 0,02CB a base de espinosade, permitindo a
19 rotação de ingredientes ativos. As duas formulações reduzem a infestação da praga
20 quando comparada a uma testemunha sem aplicação e são equivalentes ao manejo
21 convencional atualmente empregado na região com a pulverização de acetamiprido e
22 etofenproxi associado ou não ao uso de iscas tóxicas. Resultados semelhantes da
23 utilização da isca tóxica Gelsura[®] foram observados para o controle de *C. capitata* e
24 *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) nas culturas do citros *Citrus sinensis* (L.) e oliveira
25 *Olea europaea* L., respectivamente²⁵. O emprego das iscas tóxicas é uma ferramenta

1 importante para o manejo da mosca-do-mediterrâneo, principalmente na fase de
2 maturação da videira, quando os danos ocorrem com maior frequência^{10,29} e não
3 existem inseticidas com baixa carência para serem utilizados. Para avançar na
4 implementação dessa tecnologia, é importante adequar a quantidade de pontos
5 distribuídos por hectare e o intervalo de aplicação, considerando que a formulação
6 possui atrativos de longa distância que torna a mesma potencialmente mais eficiente.

7

8 **AGRADECIMENTOS**

9 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)
10 pela bolsa de doutorado do primeiro autor pelo financiamento da pesquisa.

11

12 **5 REFERÊNCIAS**

13 ¹Ferreira MDP, Lirio VS, Mendoza TG. Análise do perfil e grau de incidência de
14 barreiras não-tarifárias sobre as exportações brasileiras de frutas selecionadas. In:
15 CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009,
16 Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em:
17 <http://www.sober.org.br/palestra/13/412.pdf>. [10 dezembro 2017].

18

19 ²Silva PCG, Coelho RC, Caracterização social e econômica da cultura da videira, in
20 Cultivo da videira, ed by Souza Leão PC. Petrolina: Embrapa Semiárido (2004).
21 [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf)
22 [32070.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf). [10 dezembro 2017].

23

24 ³Souza-Leão PC, Cultivo da videira. Petrolina: Embrapa Semiárido, (2004).
25 [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf)
26 [112196/1/Cultivo-da-videira-](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf)
27 [32070.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf). [10 dezembro 2017].

28

28 ⁴IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE
29 de Recuperação Automática (SIDRA). 2016. Disponível em:
30 <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=tec=1613>. [18 dezembro 2017].

31

32 ⁵Paranhos BAJ, Gómez MP, A mosca-das-frutas e a comercialização de frutas. In:
33 SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITICULTURA DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO,
34 1., 2008, Petrolina. Petrolina: Embrapa Semiárido, 17p (2008).
35 www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/133193/1/OPB2073.pdf. [12 janeiro
36 2018].

37

- 1 ⁶Morelli R, Paranhos BJ, Costa MLZ. Eficiência de Etofenproxi e Acetamiprido no
2 controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitidis capitata* (Diptera:Tephritidae) em pomar
3 de manga. *Bioassay* **7**:1-6 (2012).
4
- 5 ⁷Eichhorn KW, Lorenz DH. Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. *Nachr bl*
6 *Dtsch Pflanzenschutzd* **29**:119-120 (1977).
7
- 8 ⁸Gómez MP. Bioecologia e tratamento quarentenário de *Ceratitidis capitata*
9 (Wiedemann 1824) (Diptera: Tephritidae), com raios X, em uvas de mesa do
10 Submédio do Vale do São Francisco - Tese (Doutorado). Piracicaba: Centro de
11 Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, pp.150 (2016).
12
- 13 ⁹Paranhos BAJ, Gómez MP, A mosca-das-frutas e a comercialização de frutas. In:
14 SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITICULTURA DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO,
15 1., 2008, Petrolina. Petrolina: Embrapa Semiárido, 17p (2008).
16
- 17 ¹⁰Gómez M, Paranhos BJ, Damasceno I, Castro R, Campo D, Andrade K, Silva M,
18 Nascimento AS, Malavasi YA. Biología de la mosca del mediterráneo, *Ceratitidis*
19 *capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en dos variedades de uva de mesa (*Vitis*
20 *vinifera* L.) en el Nordeste brasileño. *CitriFrut* **25**: 18-23 (2008).
21
- 22 ¹¹Paranhos BAJ, Nascimento AS, Barbosa FR, Viana R, Sampaio R, Malavasi A,
23 Walder JMM, Técnica do Inseto Estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-
24 frutas, *Ceratitidis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa
25 Semiárido, 6 p (2008).
26
- 27 ¹²Duarte AL, Malavasi A. Tratamentos quarentenários. In Moscas-das-frutas de
28 importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado, ed by Malavasi A,
29 Zucchi RA. Ribeirão Preto: Holos pp.187-192 (2000).
30
- 31 ¹³Godoy MJS, Pacheco WSP, Malavasi A Moscas-das-frutas quarentenárias para o
32 Brasil. Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos
33 naturais, ed by Silva RA, Lemos WP, Zucchi RA. Macapá: Embrapa Amapá pp.111-
34 131 (2011).
35
- 36 ¹⁴Navarro-Llopis V, Primo J, Vacas S, Bait station devices can improve mass trapping
37 performance for the control of the Mediterranean fruit fly. *Pest Manag Sci* **71**: 923-927
38 (2015).
39
- 40 ¹⁵Raga A, Sato ME, Effect of spinosad bait against *Ceratitidis capitata* (Wied.) and
41 *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. *Neotrop Entomol*
42 **34**: 815-822 (2005).
43
- 44 ¹⁶Urbaneja A, Chueca P, Montón H, Pascual-Ruiz S, Dembilio O, Vanaclocha P, Abad-
45 Moyano R, Pina T, Castañera P, Chemical alternatives to Malathion for controlling
46 *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in
47 Spanish citrus orchards. *J Econ Entomol* **102**: 144-151 (2009).
48
- 49 ¹⁷Cook DC, Fraser RW. Eradication versus control of Mediterranean fruit fly in
50 Western Australia. *Agric Forest Entomol* **17**:173-180 (2015).

1
2 ¹⁸Botton M, Arioli CJ, Machota-JR R, Nunes MZ, Rosa JM. Moscas-das-frutas na
3 fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do
4 emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. *Agropecu*
5 *Catarinense*: **29**:103-108 (2016).

6
7 ¹⁹Araújo EL, Juliatti FC, Ferreira ADCL, Fernandes EC, Sousa MM, Eficiência de
8 acetamiprido e etofenproxi no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), na
9 cultura da mangueira. *Revista ACSA* **9**:99-103 (2013).

10
11 ²⁰Navarro-Llopis V, Primo J, Vacas S. Efficacy of attract-and-kil devices for the control
12 of *Ceratitis capitata*. *Pest Manag Sci* **29**:478-482 (2013).

13
14 ²¹Magaña C, Hernández-Crespo P, Ortego F, Castañera P. Resistance to Malathion
15 in field populations of *Ceratitis capitata*. *J Econ Entomol* **100**: 1836-1843 (2007).

16
17 ²²Couso-Ferrer F, Arouri R, Beroiz B, Perera N, Cervera A, Navarro-Llopis V,
18 Castañera P, Hernández-Crespo P, Ortego F. Cross-resistance to insecticides in a
19 Malathion-resistant strain of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J Econ Entomol*
20 **104**:1349-1356 (2011).

21
22 ²³Beroza M, Gertler SI, Miyashita DH, Green N, Steiner LF. Insect attractants-new
23 attractants for Mediterranean fruit fly. *J Agric Food Chem* **9**:361-365 (1961).

24
25 ²⁴Nakagawa S, Chambers DL, Urago T, Cunningham RT. Trap-lure combinations for
26 surveys of Mediterranean fruit flies in Hawaii. *J. Econ Entomol* **64**:1211-1213 (1971).

27
28 ²⁵Ruiz CB, Experiencias em el control de *Bactrocera oleae*, *Ceratitis capitata* y otras
29 plagas emergentes, em la zona mediterránea mediante técnicas de "Attract and Kill".
30 In: III Jornadas Internacionales sobre Feromonas, Atrayentes, Trampas y Control
31 Biológico: Herramientas para la Gestión integrada. Murcia, 2013.
32 <http://www.feromonasmurcia.es/Ponencias2013/23_texto_ponencia_Cesar_Blanco.pDF>.
33

34
35 ²⁶Vargas RI, Souder SK, Rendon P, Mackey B, Suppression of mediterranean fruit fly
36 (Diptera: Tephritidae) with trimedlure and biolure dispensers in *Coffea arabica*
37 (Gentianales: Rubiaceae) in Hawaii. *J Econ Entomol* **111**: 293-297 (2018).

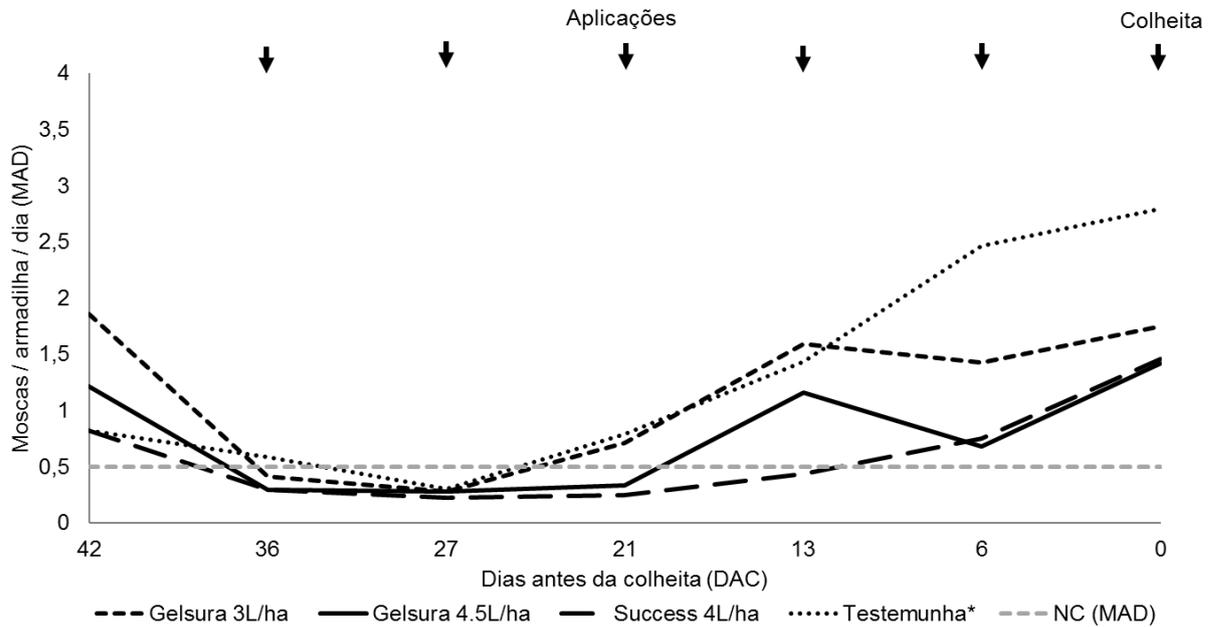
38
39 ²⁷Habibe TC, Viana RE, Nascimento AS, Paranhos BAJ, Haji FNP, Carvalho RS,
40 Damasceno IC, Malvasi A. Infestação de Uva, *Vitis vinifera* pela Mosca-do-
41 Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) no Submédio do Vale do São Francisco.
42 Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge. Salvador,
43 Brazil: *Proceedings of 7 th International Symposium on Fruit Flies of Economic*
44 *Importance*, pp183-185 (2008).

45
46 ²⁸Diaz LM, Murúa FA, Acosta JC, Escobar JM. Capacidad dispersiva de *Ceratitis*
47 *capitata* (Diptera: Tephritidae) entre valles agrícolas en San Juan, Argentina. *Rev Soc*
48 *Entomol Argent* **67**:155-161 (2008).

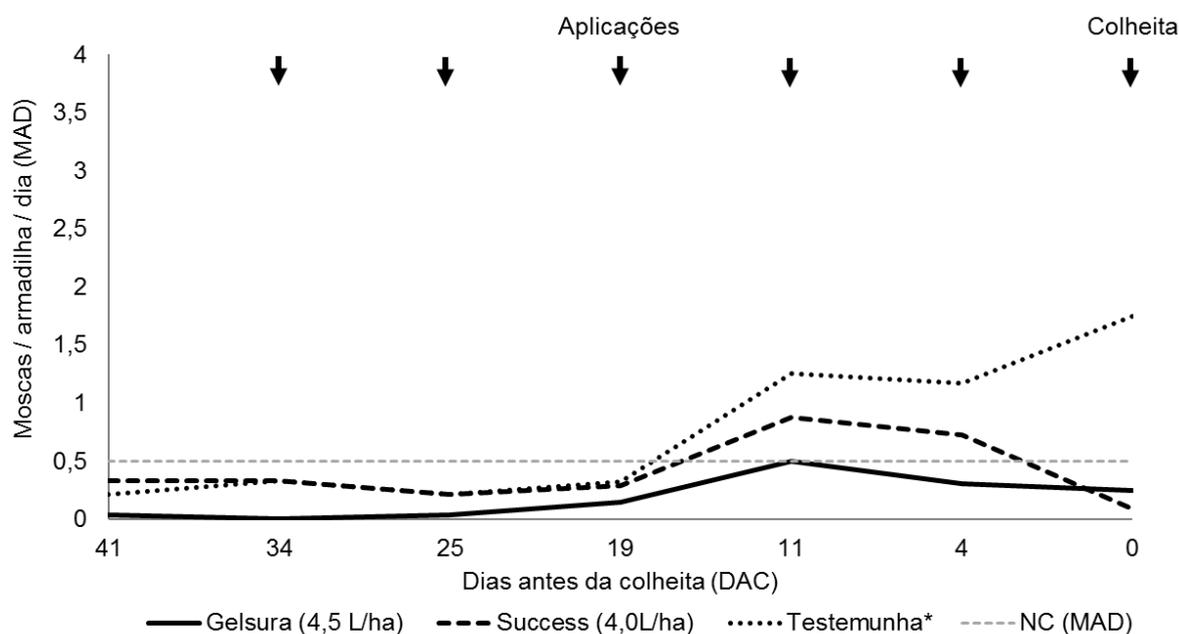
49

- 1 ²⁹Roditakis E, Tsagkarakou A, Roditakis NE, Extensive damage on white variety table
2 grapes by the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) in Crete. *EPPO*
3 *Bull* **38**: 216-219 (2008).
4
- 5 ³⁰Rosa JM, Arioli CJ, Padilha AC, Agostinetto L, Botton M, Effect of food lures for
6 monitoring of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in *Acca sellowiana*
7 (Myrtaceae). *Rev Col Entomol* **43**: 201-207 (2017).
8
- 9 ³¹Machota-Jr R. Avaliação de armadilhas e atrativos para o monitoramento e captura
10 massal de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura da
11 videira. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade.
12 Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 132p (2015).
13
- 14 ³²Diaz-Fleischer F, Arredondo J, Flores S, Montoya P and Aluja M, There is no magic
15 fruit fly trap: multiple biological factors influence the response of adult *Anastrepha*
16 *ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) individuals to MultiLure traps
17 baited with BioLure or NuLure. *J Econ Entomol* **102**:86–94 (2009).
18
- 19 ³³Broughton S, Rahman T, Evaluation of lures and traps for male and female
20 monitoring of Mediterranean fruit fly in pome and stone fruit. *J Appl Entomol* **141**: 441-
21 449 (2017).
22
- 23 ³⁴Lopes I, Guimarães MJH, Melo JMM, Ramos CMC, Balanço hídrico em função de
24 regimes pluviométricos na região de Petrolina-PE. *Irriga* **22**: 443-457 (2017).
25
- 26 ³⁵EFSA. Review of the existing maximum residue levels for etofenprox according to
27 Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005, 2017.
28 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.4964/full>. [20 fevereiro 2018].
29
- 30 ³⁶Nunes MZ, Eficácia de formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *Anastrepha*
31 *fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae). Pelotas: Programa de Pós-
32 Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, 109p (2017).
33
- 34 ³⁷Nondillo A, Zanardi OZ, Afonso A, Benedetti A, Botton M, Efeito de inseticidas
35 neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus*
36 (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. *Bioassay* **2**:1-9 (2007).
37
- 38 ³⁸Ben-Jemâa JM, Bachrouch O, Allimi E, Dhouibi MH, Field evaluation of
39 Mediterranean fruit fly mass trapping with Tripack® as alternative to malathion bait-
40 spraying in citrus orchards. *Span J Agric Res* **8**:400-408(2010)
41
- 42 ³⁹Machota jr R, Bortoli LC, Cavalcanti FB, Botton M, Grützmacher AD, Assessment of
43 injuries caused by *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) on the
44 incidence of bunch rot diseases in table grape. *Neotrop Entomol* **45**:361-368 (2016).
45

1 Figuras



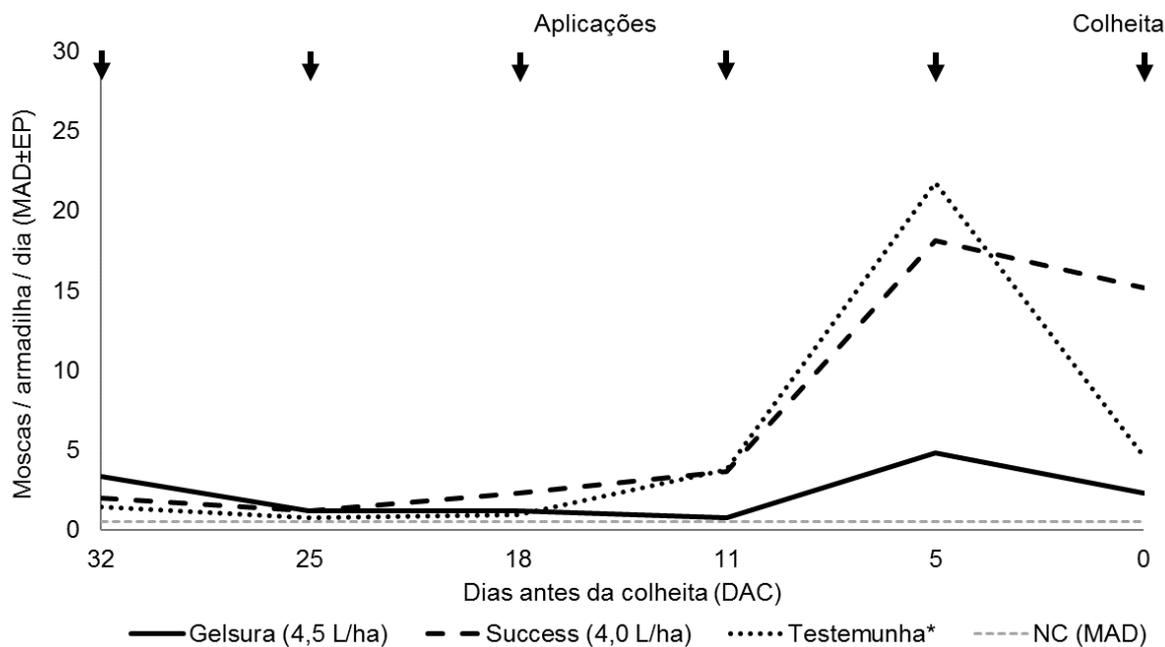
3 **Figura 1.** Flutuação populacional de *Ceratitidis capitata* capturados em armadilhas
4 Jackson e Mc-Phail em videira da cultivar 'Sugar Crisp' ao longo das sete semanas de
5 avaliações em parcelas com aplicação das iscas toxicas Gelsura® (1:2 partes de água)
6 e Success® 0,02CB (1:1,5 partes de água). Casa Nova, BA, fevereiro a março de 2017.
7 Linha tracejada indica o nível de controle. * Testemunha sem aplicação de inseticidas.



1

2 **Figura 2.** Flutuação populacional (MAD) de *Ceratitis capitata* capturados em
 3 armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Arra-15' ao longo das sete semanas de
 4 avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura® (1:2 partes de água)
 5 e Success® 0,02CB (1:1,5 partes de água). Petrolina-PE, outubro/novembro de 2017.
 6 Linha tracejada indica o nível de controle (0,5 MAD). *Testemunha sem aplicação de inseticidas visando
 7 o controle da mosca-do-mediterrâneo.

8



1

2 **Figura 3.** Flutuação populacional (MAD) de *Ceratit*3 *capitata* capturados em

4 armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Arra-15' ao longo das seis semanas de

5 avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura® (1:2 partes de água)

6 e Success® 0,02CB (1:1,5 partes de água). Lagoa Grande-PE, novembro/dezembro

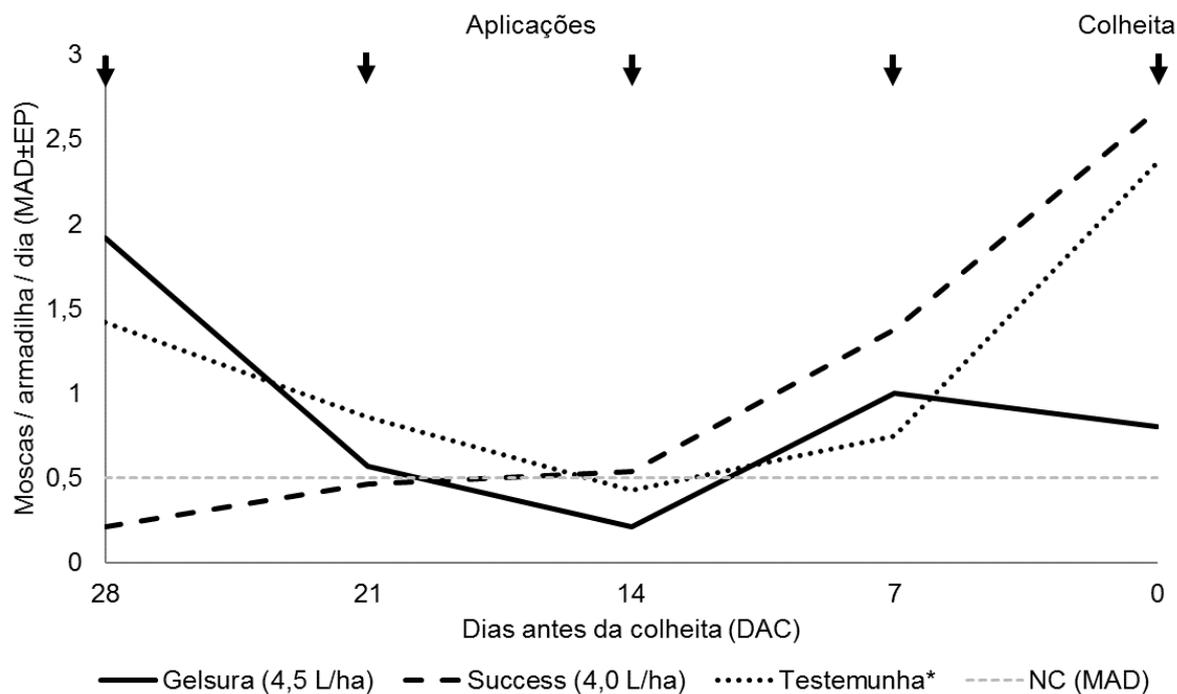
7 de 2017.

8 * Testemunha com aplicação de inseticidas visando o controle da mosca-do-mediterrâneo: etofenproxi

9 (Safety, 350mL p.c.ha⁻¹ – 2 pulverizações em área total em 23 e 29 de novembro de 2017); espinosade10 (Success® 0,02CB, 2L p.c.ha⁻¹ sem diluição – 2 aplicações pincelando nas estacas de sustentação em

11

12



1

2 **Figura 4.** Flutuação populacional (MAD) de *Ceratitis capitata* capturados em
 3 armadilhas Jackson em videira da cultivar 'Arra-15' ao longo das cinco semanas de
 4 avaliações em parcelas com aplicação das iscas tóxicas Gelsura® (1:2 partes de água)
 5 e Success® 0,02CB (1:1,5 partes de água). Curaçá-BA, novembro/dezembro de 2017.

6 *Testemunha com aplicação de inseticidas visando o controle da mosca-do-mediterrâneo: etofenproxi
 7 (Safety®, 350mL p.c.ha⁻¹ - 5 pulverizações em área total).

1 **Tabelas**

2 **Tabela 1.** Número médio ($N \pm EP$) de adultos de *Ceratitis capitata* capturados semanalmente em armadilhas de
 3 monitoramento contendo o paraferomônio Iscalure[®] TML-Plug e a proteína hidrolisada Ceratrap[®] em experimento de
 4 avaliação de iscas tóxicas.

Tratamento	Dose		Adultos (Machos + Fêmeas)		Machos		Fêmeas	
	p.c. ¹	Calda ²	TML	Ceratrap	Trimedlure	Ceratrap	Trimedlure	Ceratrap
Gelsura [®]	1,0	3,0	7,64±3,25 a ³	8,21±2,66 a	7,64±3,25 a	0,14±0,09 b	0,00±0,00 b	8,07±2,63 a
Gelsura [®]	1,5	4,5	5,93±2,03 a	4,71±1,78 a	5,71±2,00 a	0,14±0,09 b	0,21±0,15 b	4,57±1,81 a
Success [®] 0,02CB	1,6	4,0	5,43±1,59 a	2,71±0,89 a	5,43±1,59 a	0,07±0,07 b	0,00±0,00 b	2,64±0,90 a
Testemunha**	-	-	11,0±3,25 a	6,79±2,50 a	10,29±2,82 a	0,07±0,07 b	0,71±0,46 b	6,71±2,49 a

5 ¹ Litros de produto comercial por hectare; ² dosagem ($L \cdot ha^{-1}$) de calda pulverizada (Gelsura[®] 1:2 partes de água; Success[®] 0,02CB 1:1,5 partes de
 6 água).

7 ³ Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

1 **Tabela 2.** Percentual médio (\pm EP) de bagas e cachos de uvas finas de mesa da
 2 cultivar 'Sugar Crisp' contendo danos por *Ceratitis capitata*. Casa Nova-BA, março de
 3 2017.

Dias antes da Colheita (DAC)						
Tratamento	Dose	N ¹	13*	06*	00*	Total
	(L.ha ⁻¹)		Percentual (\pm EP) de bagas com dano/cacho			
Gelsura [®]	3,0	61,7 \pm 0,97	0,06 \pm 0,04a ²	0,09 \pm 0,04ab	0,00 \pm 0,00b	0,15 \pm 0,04b
Gelsura [®]	4,5	62,7 \pm 0,86	0,03 \pm 0,02a	0,03 \pm 0,02b	0,00 \pm 0,00b	0,07 \pm 0,03b
Success [®] 0,02CB	4,0	59,4 \pm 0,73	0,07 \pm 0,03a	0,00 \pm 0,00b	0,04 \pm 0,04ab	0,10 \pm 0,04b
Testemunha**	-	59,0 \pm 0,55	0,22 \pm 0,11a	0,30 \pm 0,12a	0,19 \pm 0,07a	0,71 \pm 0,13a
Percentual médio (\pm EP) de cachos com dano						
Gelsura [®]	4,0	10	1,33 \pm 0,89a	2,67 \pm 1,47ab	0,00 \pm 0,00b	4,00 \pm 1,47b
Gelsura [®]	4,5	10	1,33 \pm 0,89a	2,00 \pm 1,42ab	0,00 \pm 0,00b	3,33 \pm 1,49b
Success [®] 0,02CB	4,0	10	1,33 \pm 0,89a	0,00 \pm 0,00b	1,33 \pm 0,89b	2,67 \pm 1,47b
Testemunha**	-	10	2,00 \pm 1,02a	6,00 \pm 2,10a	6,00 \pm 2,10a	14,0 \pm 2,71a

4 ¹Número médio de bagas avaliadas em cada cacho em cada parcela tratada.

5 ² Percentual de bagas/cacho e de cachos com danos seguidos de mesma letra na coluna não diferem
 6 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

7 * Período correspondente à quarta e quinta aplicação das formulações de iscas tóxicas

8 ** Testemunha sem aplicação de inseticidas.

- 1 **Tabela 3.** Percentual médio (\pm EP) de bagas e cachos de uva fina de mesa 'Arra-15'
 2 contendo danos por *Ceratitis capitata*. Petrolina-PE, novembro de 2017.

Tratamento	Dose	Dias antes da Colheita (DAC)				Total
	(L.ha ⁻¹)	N ¹	11*	4*	0	
Percentual (\pmEP) de bagas com dano						
Gelsura®	4,5	44,9 \pm 2,3	0,06 \pm 0,04a ²	0,02 \pm 0,02b	0,07 \pm 0,03a	0,15 \pm 0,06b
Success® 0,02CB	4,0	43,9 \pm 2,3	0,04 \pm 0,04a	0,19 \pm 0,13b	0,13 \pm 0,10a	0,36 \pm 0,14b
Testemunha**	-	43,2 \pm 1,6	0,37 \pm 0,16a	1,05 \pm 0,42a	0,25 \pm 0,12a	1,68 \pm 0,45a
Percentual (\pmEP) de cachos com dano						
Gelsura®	4,5	10	2,00 \pm 1,22a	1,00 \pm 1,00a	3,00 \pm 1,22a	6,00 \pm 1,87b
Success® 0,02CB	4,0	10	2,00 \pm 2,00a	4,00 \pm 4,00a	2,00 \pm 1,22a	8,00 \pm 4,06b
Testemunha**	-	10	7,00 \pm 2,55a	11,00 \pm 3,67a	7,00 \pm 2,55a	25,00 \pm 5,48a

- 3 ¹Número médio de bagas avaliadas em cada cacho em cada parcela tratada.
 4 ² Percentual de bagas/cacho e de cachos com danos seguidos de mesma letra na coluna não diferem
 5 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.
 6 * Período correspondente à quarta e quinta aplicação das formulações de iscas tóxicas
 7 ** Testemunha sem aplicação de inseticidas.

1 **Tabela 4.** Percentual médio (\pm EP) de bagas e cachos contendo danos por *Ceratitis*
 2 *capitata* em uva fina de mesa 'Arra-15'. Lagoa Grande-PE, novembro de 2017.

	Dose	Dias antes da Colheita (DAC)				Total
	(L.ha ⁻¹)	N ¹	11*	05*	00	
Percentual (\pmEP) de bagas com dano						
Gelsura®	4,5	65,5 \pm 3,55 ²	0,00 \pm 0,00a ²	0,03 \pm 0,03a	0,19 \pm 0,08a	0,22 \pm 0,08b
Success® 0,02CB	4,0	69,1 \pm 0,95	0,12 \pm 0,10a	0,10 \pm 0,05a	0,78 \pm 0,28a	1,00 \pm 0,33a
Convencional**	-	62,00 \pm 1,46	0,02 \pm 0,02a	0,11 \pm 0,04a	0,46 \pm 0,19a	0,58 \pm 0,17ab
Percentual (\pmEP) de cachos com dano						
Gelsura®	4,5	10	0,00 \pm 0,00a ²	1,00 \pm 1,00a	9,00 \pm 4,07a	10,00 \pm 3,94a
Success® 0,02CB	4,0	10	4,00 \pm 3,06a	4,00 \pm 2,21a	17,00 \pm 4,48a	25,00 \pm 7,49a
Convencional**	-	10	1,00 \pm 1,00a	5,00 \pm 1,67a	11,00 \pm 3,79a	17,00 \pm 3,96a

3 ¹Número médio de bagas avaliadas em cada cacho em cada parcela tratada.

4 ² Percentual de bagas/cacho e de cachos com danos seguidos de mesma letra na coluna não diferem
 5 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

6 * Período correspondente à quarta e quinta aplicação das formulações de iscas tóxicas

7 ** Testemunha com aplicação de inseticidas visando o controle da mosca-do-mediterrâneo: etofenproxi
 8 (Safety®, 350mL p.c.ha⁻¹ – 2 aplicações); espinosade (Success® 0,02CB, 2L p.c.ha⁻¹ – 2 aplicações).

9

10

- 1 **Tabela 5.** Percentual médio (\pm EP) de bagas e cachos de uva fina de mesa 'Itália
 2 Muscat' contendo danos por *Ceratitis capitata*. Curaçá-BA, dezembro de 2017.

	Dose	Dias antes da Colheita (DAC)			
	(L.ha ⁻¹)	N ¹	07*	00	Total
Percentual (\pmEP) de bagas com dano					
Gelsura®	4,5	58,50 \pm 1,75	0,09 \pm 0,06 a ²	0,02 \pm 0,02 a	0,11 \pm 0,06 a
Success® 0,02CB	4,0	50,29 \pm 2,72	0,05 \pm 0,03 a	0,05 \pm 0,05 a	0,10 \pm 0,06 a
Testemunha**		50,02 \pm 2,77	0,02 \pm 0,02 a	0,14 \pm 0,08 a	0,16 \pm 0,09 a
Percentual (\pmEP) de cachos com dano					
Gelsura®	4,5	10	2,00 \pm 1,33 a ²	2,00 \pm 1,33 a	4,00 \pm 1,63 a
Success® 0,02CB	4,0	10	2,00 \pm 1,33 a	1,00 \pm 1,00 a	3,00 \pm 1,53 a
Testemunha**	-	10	2,00 \pm 1,33 a	3,00 \pm 1,53 a	5,00 \pm 2,24 a

- 3 ¹Número médio de bagas avaliadas em cada cacho em cada parcela tratada.
 4 ² Percentual de bagas/cacho e de cachos com danos seguidos de mesma letra na coluna não diferem
 5 entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.
 6 * Período correspondente à quarta aplicação das formulações de iscas tóxicas
 7 ** Pulverização de etofenproxi (Safety®, 350mL p.c.ha⁻¹ – 5 aplicações) visando o controle da mosca-
 8 do-mediterrâneo em área total.

Considerações Finais

No Brasil, estão sendo realizados diversos trabalhos com a mosca-do-mediterrâneo, entretanto há uma carência de informações relacionados a novos métodos de controle envolvendo inseticidas.

Experimentos no laboratório para determinação de uma metodologia para avaliação de iscas tóxicas revelaram a influência de todos os fatores testados sobre a eficiência da isca tóxica Success® 0,02CB. Com base no trabalho conduzido com adultos de *C. capitata*, sugere-se a utilização de insetos com cinco a oito dias de idade, provenientes de criação de laboratório, privados de alimentação por 12 horas e fornecendo a isca tóxica por quatro horas sem alimento, considerando a rápida resposta na mortalidade de adultos nos tratamentos contendo isca tóxica, com menor mortalidade nos tratamentos-controle.

Considerando as condições climáticas, os produtores podem empregar as proteínas hidrolisadas Biofruit e Flyral®, o melão de cana-de-açúcar, o Success® 0,02CB e o Gelsura® (2.000 mg.L⁻¹) quando não há previsão de chuvas. A utilização do Gelsura® (4.000 mg.L⁻¹) e do Anamed® associado a um inseticida, malationa ou espinosade, é adequado em qualquer situação climática, tanto em períodos sem ocorrência de chuvas ou em períodos chuvosos, com precipitação de até 25 mm.

Na busca por inseticidas que possam substituir os organofosforados, as formulações contendo espinetoram demonstraram controle eficiente através dos três modos de ação (por absorção de contato e ingestão pelos adultos e o efeito de profundidade no interior de frutas sobre larvas).

Os resultados do presente estudo possibilitaram a identificação de moléculas tóxicas a larvas (espinetoram) e adultos de *C. capitata* quando pulverizados (acetamiprido + etofenproxi, etofenproxi, alfa-cipermetrina, espinetoram e espinosade)

ou ofertados em forma de iscas tóxicas (alfa-cipermetrina, ciantraniliprole, espinetoram e espinosade) podendo ser alternativas aos organofosforados.

Em condições de campo, a tecnologia 'atrai e mata', com a utilização da isca tóxica a base de alfa-cipermetrina (Gelsura[®]) é uma ferramenta para a supressão populacional de *C. capitata* na cultura da videira, equivalente à isca tóxica Success[®] 0,02CB a base de espinosade, permitindo a rotação de ingredientes ativos. As duas formulações são equivalentes ao manejo convencional atualmente empregado na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco com a pulverização de acetamiprido e etofenproxi associado ou não ao uso de iscas tóxicas.

Referências Bibliográficas

ALVARENGA, C.D.; FRANÇA, W.M.; GIUSTOLIN, T.A.; PARANHOS, B.A.J.; LOPES, G.N.; CRUZ, P.L.; BARBOSA, P.R.R. Toxicity of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to larvae of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v.95, p.57-62, 2012.

ANVISA. **Regularização de Produtos – Agrotóxicos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>. Acesso em: 20 jan 2018.

ARAÚJO, E.L.; JULIATTI, F.C.; FERREIRA, A.D.C.L.; FERNANDES, E.C.; SOUSA, M.M. Eficiência de acetamiprido e etofenproxi no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), na cultura da mangueira. **Revista ACSA**, v.9, p.99-103, 2013.

ARREDONDO, J.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; PÉREZ-STAPLES, D. Biología y comportamiento. In: MONTOYA, P.; HERNÁNDEZ, E. **Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo**. México, DF: IICA, 2010. p. 91-106.

BEROZA, M.; GREEN, N.; GERTLER, S.I.; STEINER, L.F.; MIYASHITA, D.H. Insect attractants. New attractants for the Mediterranean fruit fly. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.9, p. 361-365, 1961.

BIOIBERICA. **Catálogo de produtos**. Disponível em: http://www.plantbionews.es/web/archivos/catalogo_productos_low.pdf. Acesso em: 23 abr 2017.

BORGES, R.; MACHOTA JR, R.; BOFF, M.I.C.; BOTTON, M. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Bioassay**, v.10, n.3, p.1-8, 2015.

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

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - MAPA**. Uva. Brasília, DF, 2017a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/uva/>. Acesso em: 10 dez 2017.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC**. Secretaria de Comercio Exterior - SECEX. Estatísticas brasileiras de exportações e importações. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br>. Acesso em: 10 dez 2017.

CABRERA-MARÍN, N.V.; LIEDO, P.; SÁNCHEZ, D. The effect of application rate of GF-120 (Spinosad) and Malathion on the mortality of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) foragers. **Journal of Economic Entomology**, v.109, p.515-519, 2016.

CHUECA, P.; MONTÓN, H.; RIPOLLÉS, J. L.; CASTAÑERA, P.; MOLTÓ, E.; URBANEJA, A. Spinosad bait treatments as alternative to malathion to control the mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. **Journal of Pesticide Science**, v.32, p.407-411, 2007.

DELURY, N.C.; THISTLEWOOD, H.; ROUTLEDGE, R. Phytotoxicity of GF-120[®] NF Naturalyte[®] fruit fly bait carrier on sweet cherry (*Prunus avium* L.) foliage. **Pest Management Science**, v.65, p.52-59, 2009.

DOW ELANCO. **Spinosad technical guide**. DowElanco, Indianapolis, Indiana, 1994.

DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.187-192.

EICHHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phaenologische Entwicklungsstadien der rebe. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, v.29, p.119-120, 1977.

EL-SAYED, A. M.; SUCKLING, D. M.; BYERS, J. A.; JANG, E. B.; WEARING, C. H. "Potential of 'lure and kill' in long-term pest management and eradication of invasive species." **Journal of Economic Entomology**, v.102, p.815-835, 2009.

EPSKY, N.D.; MIDGARDEN, D.; RENDON, P.; VILLATORO, D.; HEATH, R.R. Efficacy of wax matrix bait stations for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.105, p.471-479, 2012.

FAO – 2013. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 16 jan 2018.

FERREIRA, M.D.P.; LIRIO, V.S.; MENDOZA, T.G. Análise do perfil e grau de incidência de barreiras não-tarifárias sobre as exportações brasileiras de frutas selecionadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/412.pdf>. Acesso em: 10 dezembro 2017.

GODOY, M.J.S.; PACHECO, W.S.P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p.111-131.

GÓMEZ, M.; PARANHOS, B.J.; DAMASCENO, I.; CASTRO, R.; CAMPO, D.; ANDRADE, K.; SILVA, M.; NASCIMENTO, A.S.; MALAVASI, Y.A. Biología de la mosca del mediterráneo, *Ceratitís capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en dos variedades de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) en el Nordeste brasileño. **CitriFrut**, v.25, p.18-23, 2008.

GÓMEZ, M.P. **Bioecología e tratamento quarentenário de *Ceratitís capitata* (Wiedemann 1824) (Diptera: Tephritidae), com raios X, em uvas de mesa do Submédio do Vale do São Francisco**. 2016. 150 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

HÄRTER, W.R.; BOTTON, M.; NAVA, D.E.; GRUTZMACHER, A.D.; GONÇALVES, R.S.; JUNIOR, R.M.; BERNARDI, D.; ZANARDI, O.Z. Toxicities and residual effects of toxic baits containing Spinosad or Malathion to control de adult *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.98, n.1, p.202-208, 2015.

HOWARD, L. O. Danger of importing insect pests. In: HILL, G.M. (ed) **Yearbook, U.S.** Department of Agriculture, 1897. pp 529–552. 1898. Disponível em: <http://archive.org/stream/yearbookofagricu1897unit#page/529/mode/2up>. Acesso em: 18 dez 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jun 2017.

ISCA TECNOLOGIAS – **MANUAL ANAMED – 2021**. Disponível em: <http://www.isca.com.br/pt/produtos/p/b3f4ed7d-acbb-4048-9c44-31f95dd670e6/anamed-4510-5-litros>. Acesso em: 02 mar 2017.

JOACHIM-BRAVO, I.S.; FERNANDES, O.A.; BORTOLI, S.A. DE; ZUCOLOTO, F.S. Oviposition behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): association between oviposition preference and larval performance in individual females. **Neotropical Entomology**, v.30, p.559-564, 2001.

KRAINACKER, D.A.; CAREY, J.R.; VARGAS, R.I. Effect of larval host on life history 646 traits of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. **Oecologia**, v. 73, p. 583-590, 1987.

LIQUIDO, N.J.; MCQUATE, G.T.; SUITER, K.A.; **MEDHOST: an encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), Version 2.0**. United States Department of Agriculture, Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh. 2013. Disponível em: [Dishttps://www.gpdd.info/MedHost/](https://www.gpdd.info/MedHost/). Acesso em 14 out 2017.

LORENZATO, D. Controle integrado de mosca-das-frutas em fruteiras rosáceas. **Ipagro Informativo**, v.31, p.93-96, 1988.

MANGAN, R.L.; MORENO, D.S. Development of bait stations for fruit fly population suppression. **Journal of Economic Entomology**, v.100, p.440-450, 2007.

MACHOTTA Jr., R.; FORMOLO, R.; BERNARDI, D.; BOTTON, M.; RUFFATTO, L. Efeito de inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em uva de mesa 'Itália' sob cultivo protegido. **Investigación Agraria**, v.15, p.113-120, 2013.

MANGAN, R.L.; MORENO, D.S.; THOMPSON, G.D. Bait dilution, sinosad concentration, and efficacy of GF-210 based fruit fly sprays. **Crop Protection**, v.25, p.125-133, 2006.

MANRAKHAN, A.; KOTZE, C.; DANEEL, J.H.; STEPHEN, P.R.; BECK, R.R.; Investigating a replacement for malathion in bait sprays for fruit fly control in South Africa citrus orchards. **Crop Protection**, v.43, p.45-53, 2013.

MANRAKHAN, A.; STEPHEN, P.R.; CRONJE, P.J.R. Phytotoxic effect of GF-120 NF fruit fly bait on fruit of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Nadorcott): influence of bait characteristics and fruit maturity stage. **Crop Protection**, v.78, p.48-53, 2015.

MCQUATE, G.T.; LIQUIDO, N.J. Host plants of invasive tephritid fruit fly species of economic importance. **International Journal of Plant Biology & Research**, v.5, 1072. 2017.

MONTES, S.M.N.M.; RAGA, A. Eficácia de atrativos para monitoramento de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de citros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.317-323, 2006.

MORELLI, R.; PARANHOS, B.J.; COSTA, M.L.Z. Eficiência de Etofenproxi e Acetamiprido no controle de Mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) em pomar de manga. **Bioassay**, v.7, p.1-6 2012.

MORENO, D.; Mangan, R.L. Novel insecticide strategies such as phototoxic dyes in adult fruit fly control and suppression programmes, *In*: TAN, K. (ed.). **Area-wide control of fruit flies and other insect pests**. Pulau Pinang, Penerbit Universiti Sains Malaysia, 2000. p.421-432.

MORENO, D. S.; MANGAN, R. L. Bait matrix for novel toxicants for use in control of fruit flies (Diptera: Tephritidae), *In*: HALLMAN, G.J.; SCHWALBE, C. (Ed.). **Invasive arthropods in agriculture: problems and solutions**. Enpheld, NH: Science Publishers, Inc., 2003. pp.333-362.

NAKAGAWA, S.; CHAMBERS, D.L.; URAGO, T.; CUNNINGHAM, R.T. Trap-lure combinations for surveys of Mediterranean fruit flies in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.64, p.1211-1213, 1971.

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

NAVARRO-LLOPIS, V.; PRIMO, J.; VACAS, S. Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitis capitata*. **Pest Management Science**, v.69, p.478-482, 2013.

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. 91, p.923-927, 2015.

ORLANDO, A.; SAMPAIO, A. S. "Moscas das frutas": notas sobre conhecimento e combate. **O Biológico**, v.39, p.143-150, 1973.

PAPACHRISTOS, D.P.; PAPADOPOULOS, N.T.; NANOS, G.D. Survival and development of immature stages of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in citrus fruit. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.866-872, 2008.

PAPADOPOULOS, N.T.; PLANT, R.E.; CAREY, J.R. From trickle to flood: the large-scale, cryptic invasion of California by tropical fruit flies. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, v.280, 20131466, 2013.

PARANHOS, B.A.J.; BARBOSA, F.R. Pragas-chave na cultura da mangueira. In: MENEZES, E.A.; BARBOSA, F.R. (eds.). **Pragas da Mangueira: monitoramento, nível de ação e controle**. Petrolina, PE, Embrapa Semi-Árido, 2005. p.51-71.

PARANHOS, B.A.J.; GÓMEZ, M.P. **A mosca-das-frutas e a comercialização de frutas**. In: Simpósio Internacional de viticultura do Submédio São Francisco, 1., 2008, Petrolina. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 17p. Disponível em: www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/133193/1/OPB2073.pdf. Acesso em: 14 dez 2017.

PARANHOS, B.A.J.; NASCIMENTO, A.S.; BARBOSA, F.R.; VIANA, R.; SAMPAIO, R.; MALAVASI, A.; WALDER, J.M.M. **Técnica do Inseto Estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 6 p. (Comunicado Técnico, 137).

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. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.1, p.73-77, 2006.

- 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.; 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, p.1-8, 2015.
- RAGA, A.; SATO, M.E. **Controle químico de moscas-das-frutas**. Campinas, SP, Instituto Biológico, 2016. 14p. (Documento Técnico, 20).
- RAHMAN, T.; BROUGHTON, S. Suppressing Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with an attract-and-kill device in pome and stone fruit orchards in Western Australia. *Crop Protection*, v.80, p.108-117, 2016.
- RUIZ, L.; FLORES, S.; CANCINO, J.; ARREDONDO, VALLE, J. J.; DÍAZ-FLEISCHER, F. WILLIAMS, T. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.44, p.296-304, 2008.
- SALLES, L. A. B. **Biologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: Embrapa. CPACT, 1995. 58p.
- SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v.34, p.1689-1690, 2004.
- SELIVON, D. Relação com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. pp.87-91.
- SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E.B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. **Trapping and the detection, control, and regulation of Tephritid fruit flies**. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2014. 643p
- 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, p. 93-101, 2013.
- SILVA, M.A.; BEZERRA-SILVA, G.C.D.; VENDRAMIM, J.D.; FORIM, M.R.; SÁ, I.C.G. Threshold concentration of limonoids (Azamax) for preventing infestation by

Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.108, p.629-639, 2015.

SILVA, P.C.G.; COELHO, R.C. Caracterização social e econômica da cultura da videira. In: SOUZA LEÃO, P.C. de. (Ed.). **Cultivo da videira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf>. Acesso em: 10 jan 2018.

SOUZA LEÃO, P.C. de. (Ed.). **Cultivo da videira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf>. Acesso em: 10 jan 2018.

STARK, J. D.; VARGAS, R.; MILLER, N. Toxicity of spinosad in protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). **Journal Economic Entomology**, v.97, p.911-915, 2004.

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

VARGAS, R.I.; WALSH, W.A.; KANEHISA, D.; STARK, J.D.; NISHIDA, T. Comparative demography of three Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 93, n. 1, p. 75-81, 2000.

VARGAS, R.I.; PROKOPY, R. Attraction and feeding responses of melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to various protein baits with and without toxicants. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.38, p.49-60, 2006.

VARGAS, R.I.; SOUDER, S.K.; RENDON, P.; MACKEY, B. Suppression of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with trimedlure and biolure dispensers in

Coffea arabica (Gentianales: Rubiaceae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, p.293-297, 2018.

VARIKOU, K.; GARANTONAKIS, N.; BIROURAKI, A.; LOANNOU, A.; KAPOGIA, E. Improvement of bait sprays for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). **Crop Protection**, v.81, p.1-8, 2016.

VERA, M.T.; RODRIGUEZ, R.; SEGURA, D.F.; CLADERA, J.J.; SUTHERST, R.W.; Potential geographical distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), with emphasis on Argentina and Australia. **Environmental Entomology**, v.31, p.1009-1022, 2002.

YEE, W.L.; ALSTON, D.G. Sucrose mixed with spinosad enhances kill and reduces oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) under low food availability. **Journal of Entomological Science**, v.51, p.101-112, 2016.

ZANARDI, O.Z.; NAVA, D.E.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; MACHOTA, R.; BISOGNIN, M. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.682-688, 2011.

ZUCCHI, R.A. **Fruit flies in Brazil – Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly**. (2012). Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>. Acesso em: 10 jan 2018.