

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



Dissertação

**Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosade e
espinetoram sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)**

Inana Xavier Schutze

Pelotas, janeiro de 2017

Inana Xavier Schutze

Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosade e espinetoram sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)

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

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

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M672f Miranda, Mogar Damasceno

A formação de conceitos no ensino das ciências naturais na educação infantil de uma escola do campo. / Mogar Damasceno Miranda ; Magda Floriana Damiani, orientador. — Pelotas, 2016.

157 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Escola do campo. 2. Educação infantil. 3. Teoria histórico cultural da atividade. I. Damiani, Magda Floriana, orient. II. Título.

CDD : 370.19346

Banca examinadora:

Pesquisador Dr. Marcos Botton (Orientador)

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)

Pesquisador Dr. Dori Edson Nava

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)

Professor Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Doutor em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Dr. Daniel Bernardi

Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)

Aos meus pais Walter César Schutze e Sueli Aparecida Xavier da Silva pelo amor incondicional e suporte em todos os âmbitos, aos quais sou muito grata,

Dedico

Agradecimentos

Ao Dr. Marcos Botton, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Centro Nacional de Pesquisa Uva e Vinho (CNPUV), pelo apoio, orientação e conselhos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM-UFPel, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos para realização do curso de Mestrado;

A Embrapa Uva e Vinho pela disponibilização de estrutura física para a realização dos trabalhos;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM/UFPel, em especial Alci Enimar Loeck, pelos ensinamentos e orientação;

Aos colegas Cléber Antônio Baronio e Morgana Mattiello Baldin ajuda sem a qual não seria possível a realização deste trabalho;

Aos colegas de mestrado Aline Costa Padilha, Sabrina Ongaratto e Ciro Pedro Guidotti Pinto pelos momentos alegres e descontraídos, às vezes de preocupação, pelo companherismo e apoio mútuo durante o curso, pelo aprendizado e principalmente pela amizade, que certamente será para toda a vida;

Aos colegas de laboratório Aline Nondillo, Marcelo Zanelato Nunes, Ruben Machota Júnior, Ligia Caroline Bortoli, Vitor Cezar Pacheco da Silva, Vânia Maria Ambrosi Sganzerla pela incomparável amizade, pelos valiosos ensinamentos técnicos e de trabalho em equipe;

À minha irmã Kora Xavier Schutze por todos os momentos de crescimento e incentivo;

Ao meu namorado Mariano Ibañez pelo apoio, carinho e motivação ao longo destes anos.

Ao Dr. Dori Edson Nava, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), por se dispor a participar como membro na banca examinadora desse trabalho de conclusão do curso de mestrado;

Ao Dr. Flávio Roberto Mello Garcia, professor do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM-UFPEl por se dispor a participar como membro na banca examinadora desse trabalho de conclusão do curso de mestrado;

Ao Dr. Daniel Bernardi, pós-doutorando da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), por se dispor a participar como membro na banca examinadora desse trabalho de conclusão do curso de mestrado;

Às companheiras de residência pela amizade, companheirismo, suporte, atenção e compreensão, em especial Camila Francine Paes Nunes, Naciele Marine, Marcelle Balduino de Almeida.

Resumo

SCHUTZE, Inana Xavier. **Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosade e espinetoram sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)**. 2017. 52f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Iscas tóxicas são ferramentas para o manejo da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus*. A formulação de isca tóxica mais empregada para o controle da praga na região Sul do Brasil é o melão de cana-de-açúcar associado a um inseticida organofosforado. As espinosinas (espinosade e espinetoram) são alternativas aos organofosforados como agentes letais nas formulações de iscas tóxicas. Nesse trabalho, foram avaliadas as concentrações letais (CLs) do espinosade (Tracer 480 CE[®]) e do espinetoram (Delegate 250 WG[®]) associadas aos atrativos alimentares melão de cana-de-açúcar a 7%, Biofruit[®] a 3%, CeraTrap[®] a 1,5%, Flyral[®] a 1,25%, Isca Samaritá[®] e Samaritá Tradicional[®] a 3% sobre *A. fraterculus*. Também foi avaliado o tempo letal (TL) e o período residual dessas formulações até 21 Dias Após a Aplicação dos Tratamentos (DAAT), na ausência de chuva, utilizando as duas espinosinas na concentração de 96 mg.L⁻¹ comparando o efeito com a isca de pronto uso Success* 0,02 CB[®]. Os experimentos foram conduzidos em laboratório (T=25±2°C, UR=70±15% e fotofase de 12 h) utilizando gaiolas contendo cinco casais de *A. fraterculus* (10-14 dias de idade). Para determinação das CLs, as iscas foram ofertadas por quatro horas em oito concentrações (2, 6, 14, 35, 84, 204, 495 e 1200 mg.L⁻¹) e avaliada a mortalidade 96 horas após o tratamento. Os dois inseticidas foram tóxicos para adultos de *A. fraterculus* com mortalidade variável conforme o atrativo empregado. A CL₅₀ e o TL₅₀ variaram de 15,19 a 318,86 mg.L⁻¹ e de 11,43 a 85,93 horas dependendo da formulação e inseticida avaliado. O espinosade foi de 2 a 36 vezes mais tóxico que o espinetoram quando associado as diferentes formulações de proteínas hidrolisadas. As iscas tóxicas formuladas com espinosade e espinetoram a 96 mg.L⁻¹ causaram mortalidade (> que 70%) equivalente a isca comercial Success* 0,02 CB[®] (90,2%) quando avaliadas no dia da aplicação. O Success* 0,02CB[®] proporcionou mortalidade superior a 80% a partir dos 7 dias. As demais formulações não foram eficazes.

Palavras-chave: mosca-das-frutas sul-americana; espinosinas; proteína hidrolisada; melão de cana-de-açúcar

Abstract

SCHUTZE, Inana Xavier. **Toxicity and residual effect of toxic baits based on spinosad and spinetoram on *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)**. 2017. 52f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Toxic baits are tools for the management of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus*. The most used toxic bait formulation for pest control in southern Brazil is sugarcane molasses associated with an organophosphorus insecticide. Spinosyns (spinosad and spinetoram) are alternatives to organophosphates as lethal agents in toxic bait formulations. In this work, the lethal concentrations (CLs) of spinosad (Tracer 480 CE[®]) and spinetoram (Delegate 250 WG[®]) associated with the food lures sugarcane molasses at 7%, Biofruit[®] at 3%, CeraTrap[®] at 1.5%, Flyral[®] at 1.25%, Isca Samaritá[®] and Traditional Samaritá[®] at 3% on *A. fraterculus*. The lethal time (TL) and the residual period of these formulations up to 21 Days After the Application of the Treatments (DAAT), in the absence of rain, were also evaluated using the two spinosyns at 96 mg.L⁻¹ comparing the effect with the bait Success * 0.02 CB[®]. The experiments were conducted in the laboratory (T = 25 ± 2 °C, RH = 70 ± 15% and 12 h photophase) using cages containing five *A. fraterculus* couples (10-14 days old). For determination of CLs, the baits were offered for four hours at eight concentrations (2, 6, 14, 35, 84, 204, 495 and 1200 mg.L⁻¹) and mortality was evaluated 96 hours after treatment. The two insecticides were toxic to adults of *A. fraterculus* with variable mortality according to the attractiveness employed. The LC₅₀ and LT₅₀ ranged from 15.19 to 318.86 mg.L⁻¹ and from 11.43 to 85.93 hours depending on the formulation and insecticide evaluated. Spinosad was 2 to 36 times more toxic than spinetoram when associated with different formulations of hydrolyzed proteins. Toxic baits formulated with spinosad and spinetoram at 96 mg.L⁻¹ caused mortality (> 70%) equivalent to commercial bait Success * 0.02 CB[®] bait (90.2%) when evaluated on the day of application. Success * 0.02CB[®] provided mortality greater than 80% from 7 days. The other formulations were not effective.

Key-words: south american fruit fly; spinosyns; hydrolyzed protein; sugarcane molasses

Lista de Tabelas

Tabela 1	Concentração letal media em mg.L ⁻¹ (CL ₅₀ e CL ₈₀) de formulações de iscas tóxicas para o controle de <i>Anastrepha fraterculus</i> em laboratório.....	40
Tabela 2	Tempo letal médio em horas (TL ₅₀ e TL ₉₅) de formulações de iscas tóxicas para o controle de <i>Anastrepha fraterculus</i> em laboratório.....	41
Tabela 3	Resultados da ANOVA sobre interação atrativo alimentar, inseticida e tempo de exposição de <i>Anastrepha fraterculus</i>	42
Tabela 4	Número médio de <i>Anastrepha fraterculus</i> vivas (N ± EP) e porcentagem de mortalidade (%M) 96 horas após exposição a resíduos de iscas tóxicas formuladas com espinosade e espinetoram em folhas de citros aos 0, 7, 14 e 21 dias após aplicação dos tratamentos (DAAT).....	43

Sumário

1	Introdução Geral.....	11
2	Revisão de Literatura	13
2.1	Importância econômica das moscas-das-frutas	13
2.2	Iscas tóxicas para o manejo de <i>Anastrepha fraterculus</i>	14
2.3	Espinosinas para o manejo de <i>Anastrepha fraterculus</i>.....	17
3	Artigo - Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosinas sobre a mosca-das-frutas sul-americana.....	20
4	Considerações Finais.....	44
	Referências	45

1 Introdução Geral

Na região sul do Brasil, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) é a espécie de mosca-das-frutas mais importante para a fruticultura (NORA et al., 2000; NAVA e BOTTON, 2010). A espécie, de maneira geral se desenvolve nas fruteiras nativas migrando para os pomares comerciais para oviposição onde pode causar até 100% de perdas na produção quando não são adotados métodos de controle (BOTTON et al., 2016).

A importância econômica de *A. fraterculus* deve-se aos danos diretos causados pela introdução do ovipositor e o desenvolvimento das larvas no interior dos frutos inviabilizando-os para o comércio *in natura* (SALLES, 1999). Além disso, a injúria causada pelo inseto pode facilitar a penetração de patógenos, reduzindo a qualidade do produto final (SELA et al., 2005; SANTOS et al., 2008; MACHOTA JR. et al., 2013).

Historicamente, o controle de *A. fraterculus* tem sido realizado com inseticidas fosforados e piretroides aplicados em cobertura total seguindo um calendário pré-definido (dez a quinze dias) (HARTER et al., 2010). Devido a elevada toxicidade, baixa seletividade aos inimigos naturais e grande período de carência, muitos fosforados foram retirados do mercado (ex.: fentiona) ou tiveram redução no número de culturas registradas (ex.: fenitrotiona), restringindo e diminuindo ainda mais as alternativas de manejo (NAVA e BOTTON, 2010; BOTTON et al., 2016), tornando necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para o controle da praga.

As iscas tóxicas são uma alternativa para o manejo de mosca-das-frutas (NAVARRO-LLOPIS et al., 2012). Na região sul do Brasil, a formulação de isca tóxica mais empregada para o controle de moscas-das-frutas é o melaço de cana-de-açúcar associado a um inseticida organofosforado (HARTER et al., 2015). Embora eficaz e de custo reduzido, o melaço de cana-de-açúcar é utilizado em alta concentração (7%), gerando a necessidade de armazenar

grandes volumes na propriedade. Além deste fator de ordem prática, como o melaço de cana-de-açúcar é um resíduo da indústria canavieira, o mesmo não possui padronização estando muitas vezes, contaminado com substâncias que afetam negativamente a eficácia do composto.

Dentre os novos inseticidas eficazes para o controle de *A. fraterculus* com potencial para uso em iscas tóxicas destaca-se o espinosade, molécula de origem natural composto principalmente pelas espinosinas A e D, e o espinetoram, inseticida semissintético contendo em sua composição as espinosinas J e L (VARGAS et al., 2002; SCOZ et al., 2004; RAGA e SATO, 2005; GALM e SPARKS, 2015). Além de apresentar elevada toxicidade para as moscas-das-frutas mesmo em baixas concentrações, as espinosinas se destacam por apresentar maior seletividade a inimigos naturais, baixa persistência no ambiente e reduzido risco de intoxicação a vertebrados (THOMPSON e HUTCHINS, 1999; RUIZ et al., 2008). Devido a essas características, o espinosade é o agente letal empregado na isca comercial Success* 0,02 CB®, primeira formulação comercial de isca tóxica comercializada no mercado Brasileiro (AGROFIT, 2016; BOTTON et al., 2016).

Por outro lado, novas formulações comerciais de proteínas hidrolisadas, tanto de origem vegetal (Biofruit®, Isca Samaritá® e Samaritá Tradicional®) como animal (CeraTrap® e Flyral®) encontram-se disponíveis no mercado podendo ser utilizadas como alternativas ao melaço de cana-de-açúcar nas formulações de iscas tóxicas. De maneira geral, essas formulações são recomendadas para uso em concentrações variando de 1,25% a 3% num volume de aplicação de 60 a 100 L/ha, geralmente direcionado as bordas dos pomares.

Devido a necessidade de alternativas aos organofosforados e ao melaço de cana-de-açúcar, foram avaliadas novas formulações de iscas tóxicas a base de espinosinas (espinosade e espinetoram) associadas a diferentes atrativos alimentares sobre adultos de *A. fraterculus* estabelecendo o seu efeito residual na ausência de chuva.

2 Revisão de Literatura

2.1 Importância econômica das moscas-das-frutas

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, com produção de 43 milhões de toneladas ao ano, mas participa com apenas 2% do comércio global do setor, o que demonstra o forte consumo interno (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015). A região Sul do Brasil é a principal produtora de frutas de clima temperado com destaque para as culturas da macieira (*Malus domestica* Borkh.), pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] e videira (*Vitis* sp.), que em conjunto ocupam uma área de aproximadamente 100 mil ha (IBGE, 2016).

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são historicamente as mais importantes pragas da fruticultura brasileira (SCOZ et al., 2004; HARTER et al., 2010; HARTER et al., 2015; BRAGA SOBRINHO, 2014; FARIA et al., 2014) estimando-se prejuízos anuais de aproximadamente 180 milhões de reais (MAPA, 2015).

As espécies de moscas-das-frutas de maior importância econômica pertencem a cinco gêneros: *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus* e *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) (GARCIA, 2009), no Brasil ocorrem os gêneros *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000). O gênero *Anastrepha* é endêmico da América do Sul e contém aproximadamente 200 espécies descritas, sendo que 95 espécies ocorrem no Brasil, no entanto, do ponto de vista agrícola, apenas 7 das 95 espécies de *Anastrepha* que ocorrem no Brasil são consideradas de importância econômica (ZUCCHI, 2000; URAMOTO et al., 2004; ZUCCHI, 2017). 115 hospedeiros, sendo que os preferenciais pertencem às famílias Anacardiaceae, Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae e Sapotaceae (GARCIA, 2009; ZUCCHI, 2017). A mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* é a mais frequente e abundante (MALAVASI et al., 2000; GARCIA, 2009; ZUCCHI, 2017), representando mais de 86% das espécies do gênero capturadas nos pomares

localizados na região Sul do Brasil (SALLES, 1995; NORA et al., 2000; ALBERTI et al., 2009).

A importância econômica de *A. fraterculus* deve-se aos danos causados pela introdução do ovipositor e o desenvolvimento das larvas no interior dos frutos o que os inviabiliza para o comércio *in natura* (SALLES, 1999; MALAVASI et al., 2000; LORSCHETER et al., 2012; BOTTON et al., 2016) e devido aos danos ocasionados pela penetração de patógenos devido as injúrias causadas pela oviposição das fêmeas (SANTOS et al., 2008; MACHOTA JR. et al., 2013). A mosca-das-frutas sul-americana é ainda uma praga quarentenária, sendo que muitos países impõem severas restrições em importações de frutas *in natura* do Brasil devido a presença do inseto, fator limitante de expansão no mercado mundial (MORELLI et al., 2012; BRAGA SOBRINHO, 2014; FARIA et al., 2014). O fato de que uma ampla gama de frutas estarem infestadas por *A. fraterculus* e *Ceratitis Capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) no Brasil, incluindo quase todas as frutíferas comerciais, agrava a situação, sendo estas as espécies mais polífagas, totalizando 66 e 58 hospedeiros respectivamente (ZUCCHI, 2000; 2001; 2017; RAGA e SATO, 2005, 2011).

2.2 Iscas tóxicas para o manejo de *Anastrepha fraterculus*

Historicamente o manejo de *A. fraterculus* tem sido realizado com o emprego de pulverização de inseticidas organofosforados, em área total, a cada 10 a 15 dias, seguindo um calendário predefinido (HARTER et al. 2010; ARIOLI et al., 2016). Este manejo, embora eficaz quando se considera a redução nas perdas de produção, apresenta elevada toxicidade, alto período de carência e está se tornando inviável, em razão da crescente exigência dos consumidores por frutas de melhor qualidade, obtidas em sistemas de produção que protejam o ambiente e a saúde dos trabalhadores e consumidores (FACHINELLO et al., 2009), além de que a pulverização de inseticidas no controle da mosca-da-fruta resulta no aparecimento de pragas secundárias devido à baixa seletividade aos inimigos naturais (BOTTON et al., 2005). As iscas tóxicas são uma alternativa para o manejo das moscas das frutas e têm como base o emprego de um atrativo alimentar para os adultos, os quais morrem ao entrar em contato ou ao ingerir o inseticida

associado ao atrativo alimentar (KOVALESKI e RIBEIRO, 2003), com objetivo de reduzir a infestação dos adultos que se deslocam para o interior dos pomares a partir de hospedeiros alternativos localizados próximos às áreas de cultivo (KOVALESKI et al., 1999; BORGES et al., 2015; ARIOLI et al. 2016). As iscas tóxicas são uma ferramenta de manejo para reduzir a população de mosca-das-frutas minimizando a necessidade de realizar aplicação de inseticidas em área total (NAVARRO-LLOPIS et al., 2012; HARTER et al., 2010; HARTER et al., 2015).

Um dos fatores que explica a eficiência das iscas tóxicas no controle de mosca-das-frutas é que estas necessitam de fontes proteicas e açúcares para a maturidade sexual e sobrevivência (RAGA e SATO, 2005). Entretanto, uma variedade de alimentos como fezes de pássaros, exsudados de plantas e frutos caídos encontra-se disponível no campo para os adultos, sendo que a eficiência da isca depende da sua capacidade de competir com os voláteis dos frutos além de possuir características aceitáveis e fagoestimulantes para serem consumidas pelas moscas (VARGAS et al., 2002; PELZ et al., 2005; RAGA e SATO, 2005).

O inseticida malationa tem sido o mais empregado em formulação de iscas tóxicas em todo o mundo (MANGAN, 2014) e no Brasil (ORLANDO e SAMPAIO, 1973; SALLES, 1995; RAGA e SATO, 2011). Na região sul do Brasil, a isca tóxica é formulada principalmente com o melaço de cana-de-açúcar associado ao inseticida malationa ou outro fosforado registrado para as culturas devido a eficácia biológica (KOVALESKI e RIBEIRO, 2003; SCOZ et al., 2004). O emprego da malationa como principal opção de agente letal para iscas tóxicas (RUIZ et al., 2008; HARTER et al., 2010; BORGES et al., 2015) deve-se também ao custo reduzido (RAGA e SATO, 2005), além de ser registrada para diversas frutíferas de clima temperado (AGROFIT, 2016). Entretanto, estudos tem documentado impactos significantes de iscas tóxicas a base de malationa em espécies de insetos não alvos incluindo predadores e parasitoides (HOY e DAHLSTEN, 1984; SCOZ et al., 2004; NONDILLO et al., 2007), interferindo no controle biológico (RAGA e SATO, 2005) além de deixar resíduos indesejáveis nos frutos (SALLES, 1998; KOVALESKY e RIBEIRO, 2003; SCOZ et al., 2004) o que demanda a busca por alternativas de manejo. Atualmente há registro de cinco organofosforados, um piretroide, um neonicotinoide e duas espinosinas para o controle de *A. fraterculus* no Brasil (AGROFIT, 2016).

Outro fator importante no emprego de iscas tóxicas é a disponibilidade de atrativos substitutos ao melaço de cana-de-açúcar. Embora eficaz e de custo reduzido, o melaço de cana-de-açúcar é utilizado em alta concentração (7%), gerando a necessidade de armazenar grandes volumes na propriedade. Além deste fator de ordem prática, como o melaço de cana-de-açúcar é um resíduo da indústria canavieira, o mesmo não possui padronização estando muitas vezes, contaminado com substâncias que afetam negativamente a eficácia do composto. Nesse sentido, o emprego de formulações de proteínas hidrolisadas como atrativos alternativos ao melaço de cana-de-açúcar nas iscas tóxicas é uma opção que deve ser avaliada (RAGA et al., 2006). A disponibilidade de formulações comerciais de proteínas hidrolisadas de milho como o Biofruit® (BioControle, Métodos de Controle de Pragas Ltda., Indaiatuba, SP, Brasil), iscas Samaritá® (proteína hidrolisada de milho) (Samaritá Indústria e Comércio Ltda., Artur Nogueira, SP, Brasil) específicas para uso como atrativo nas iscas tóxicas ampliam o potencial de emprego desta ferramenta no manejo de *A. fraterculus* (HARTER et al., 2015). Resultados de pesquisa tem demonstrado que as proteínas hidrolisadas têm demonstrado resultados mais consistentes no controle de *A. fraterculus* quando comparado ao melaço de cana-de-açúcar, sendo o atrativo preferencial para o controle da espécie (HARTER et al., 2015). Além destas formulações, novas opções estão sendo introduzidas no mercado como o CeraTrap® e o Flyral® (proteínas hidrolisadas de origem animal) (Biolbérica S.A., Barcelona, Espanha) ampliando as opções dos agricultores (LASA et al., 2014).

O uso de iscas tóxicas associadas a inseticidas com ação de contato, como os organofosforados, não exigem a presença de fagoestimulantes (MANGAN, 2014). No entanto, com a introdução das espinosinas como substitutas da malationa (VARGAS et al., 2002; SCOZ et al., 2004; RAGA e SATO, 2005), inseticidas que atuam principalmente por ingestão (SALGADO, 1998; VONTAS et al., 2011; BORGES et al., 2015), este passa a ser determinante para o sucesso de uma formulação.

Em 2006 foi introduzido no mercado brasileiro uma nova formulação de isca comercial (Success* 0,02 CB®) de pronto uso conhecida internacionalmente como GF-120 NF (PROKOPY et al., 2004; BORGES et al., 2015), produto que contém como agente letal o espinosade, inseticida derivado de produtos da fermentação

da bactéria de solo *Saccharopolyspora spinosa* Mertz e Yao, e uma mistura de açúcar, proteína, acetato de amônio, e outros ingredientes (YEE e CHAPMAN, 2005). A isca caracteriza-se por apresentar alta eficiência no controle de moscas-das-frutas, e reduzido efeito sobre inimigos naturais e polinizadores (RAGA e SATO, 2005; PIÑERO et al., 2009; HÄRTER et al., 2010), sendo recomendado para o uso na produção orgânica pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e no Brasil pelo Instituto Biodinâmico - IBD (RAGA e SATO, 2005; IBD, 2016; OMRI, 2016).

Uma das vantagens das iscas tóxicas é a capacidade de poder formular nas propriedades pelos produtores misturando um atrativo com um agente letal (HARTER et al., 2010). Nesse caso, poucas informações estão disponíveis sobre a eficácia dos diferentes atrativos sobre as principais espécies de moscas-das-frutas.

Os sistemas de manejo de moscas-das-frutas foram desenvolvidos com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, visando mais especificamente as pragas e reduzindo a toxicidade a organismos não-alvo. Por isso, o impacto das novas tecnologias de manejo da mosca-das-frutas é considerado adequado quando ao menos se equivalem ao emprego da proteína hidrolisada padrão combinada com a malationa (MANGAN, 2014).

2.3 Espinosinas para o manejo de *Anastrepha fraterculus*

Embora os organofosforados sejam os principais inseticidas empregados como agentes letais na formulação de iscas tóxicas (HARTER et al., 2010; BORGES et al., 2015), mais recentemente as espinosinas, inseticidas neurotóxicos agonistas da acetilcolina, têm recebido atenção por serem produtos de origem natural e mais seletivos a insetos benéficos quando comparado aos organofosforados (CROUSE et al., 2001; SPARKS et al., 2001; GALM e SPARKS, 2015). Dentre as espinosinas, destacam-se o espinosade, metabolito obtido de forma natural através da fermentação da bactéria *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz e Yao) o qual é composto por duas lactonas microcíclicas, espinosina A e espinosina D sendo o agente letal empregado na isca comercial Success* 0,02CB® (SALGADO, 1998; HSU e FENG, 2006; AKMOUTSOU et al., 2011; MARKUSSEN e KRISTENSEN, 2011; VONTAS et al., 2011; GALM e SPARKS 2015) e o

espinetoram, molécula semissintética desenvolvida a partir do espinosade sendo uma combinação de modificações moleculares resultantes da modelação de rede neural artificial (RNA) (rhamnose-3'-O-ethylation) e da relação quantitativa estrutura-atividade (QSAR) tradicional (hidrogenação da 5,6-ligação dupla) representado pela 3'-O-etil-5,6-dihidro-espinosina J (componente principal) e 3'-O-etil-espinosina L (componente secundário) (GALM e SPARKS, 2015). Desta forma, o espinosade, por ser uma molécula obtida da fermentação natural pode ser empregado para o manejo de mosca-das-frutas na produção orgânica de frutas enquanto que o espinetoram é produto de síntese, sendo a princípio mais ativo e com maior poder residual que o espinosade, mas por ser obtido sinteticamente, não é autorizado para uso em produção orgânica (GALM e SPARKS, 2015).

Diversos trabalhos avaliaram o espinosade para o controle de espécies de moscas-das-frutas como *Anastrepha ludens* (Loew), *A. serpentina* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, *B. dorsalis* Hendel, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Rhagoletis indifferens* Curran, *R. pomonella* (Walsh) além de *A. fraterculus* (STARK et al, 2004; RAGA e SATO, 2005; YEE et al., 2007; FLORES et al., 2011; YEE e ALSTON, 2016), indicando sua eficácia no manejo dessas espécies. No caso do espinetoram, o inseticida foi recentemente registrado para diferentes frutíferas de clima temperado para o controle de *A. fraterculus* e *C. capitata* (AGROFIT, 2016). Embora o espinosade apresente atividade biológica inicial menor sobre *A. fraterculus* em relação aos organofosforados, a mortalidade final é equivalente (RAGA e SATO, 2005; HARTER et al., 2015). Este fato é explicado pelo modo de ação das espinosinas que agem principalmente por ingestão causando incremento na mortalidade ao longo do tempo (SALGADO, 1998; VONTAS et al., 2011; BORGES et al., 2015). Em experimentos de campo, Burns et al. (2001) mostraram que o espinosade associado a proteína hidrolisada de milho foi equivalente à malationa na mesma associação para o controle de moscas-das-frutas na Flórida (MORENO e MANGAN, 2002; MANGAN et al., 2006).

Segundo Raga e Sato (2005), quando moscas-das-frutas recebem uma baixa dose de espinosade, um maior período de exposição é necessário para um controle efetivo. Nos pomares, as iscas estão continuamente disponíveis, mesmo após a degradação do inseticida, sendo que para a isca com espinosade, o tempo

de exposição é essencial para o controle, neste caso, o poder residual da mesma deve ser levado em consideração.

Artigo

Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosinas sobre a mosca-das-frutas sul-americana

1 **Toxicidade e efeito residual de iscas tóxicas a base de espinosinas sobre a mosca-das-**
2 **frutas sul-americana**

3

4 **Inana Xavier Schutze⁽¹⁾, Cléber Antonio Baronio⁽²⁾, Morgana Mattiello Baldin⁽³⁾, Alci**
5 **Enimar Loek⁽⁴⁾ e Marcos Botton⁽⁵⁾**

6 ^(1,2,3,5) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Uva e Vinho, Rua Livramento, 515, CEP
7 95701-008, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil. i_schutze@hotmail.com, cleber.baronio@hotmail.com,
8 morgana.baldin13@gmail.com, marcos.botton@embrapa.br.

9 ⁽⁴⁾Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. alcienimar@yahoo.com.br.

10

11 **Resumo** – Nesse trabalho foi avaliado a concentração letal (CL) de duas espinosinas
12 (espinosade e espinetoram) associada a diferentes atrativos alimentares (melaço de cana-de
13 açúcar a 7%, Biofruit[®] a 3%, CeraTrap[®] a 1,5%, Flyral[®] a 1,25%, Isca Samaritá[®] e Samaritá
14 Tradicional[®] a 3%) sobre *A. fraterculus*. Também foi estabelecido o tempo letal e o efeito
15 residual na ausência de chuva por até 21 dias destas formulações na concentração de 96 mg.L⁻¹
16 ¹, comparado com a isca tóxica de pronto uso Success* 0,02CB[®]. Os experimentos foram
17 conduzidos em laboratório (T=25±2°C, UR=70±15% e fotofase de 12 h) utilizando gaiolas
18 contendo cinco casais de *A. fraterculus* (10-14 dias de idade). As iscas foram ofertadas por
19 quatro horas em oito concentrações (2, 6, 14, 35, 84, 204, 495 e 1200 mg.L⁻¹) determinando-se
20 as CLs. Os dois inseticidas foram tóxicos para adultos de *A. fraterculus* com mortalidade
21 variável conforme o atrativo empregado. A CL₅₀ e o TL₅₀ variaram de 15,19 mg.L⁻¹ a 318,86
22 mg.L⁻¹ e 11,43 h a 85,93 h respectivamente, sendo o espinosade de 2 a 36 vezes mais tóxico
23 que o espinetoram quando associado as diferentes formulações de proteínas hidrolisadas. As
24 iscas tóxicas formuladas com espinosade e espinetoram a 96 mg.L⁻¹ causaram mortalidade
25 equivalente a isca comercial Success* 0,02 CB[®] (90,2%) quando avaliadas no dia da aplicação.

26 Somente o Success* 0,02CB[®] proporcionou mortalidade superior a 80 % a partir dos 7 dias
27 sendo que as demais não foram eficazes.

28 **Termos para indexação:** *Anastrepha fraterculus*, espinosade espinetoram; proteína
29 hidrolisada, melação de cana-de-açúcar

30

31 **Toxicity and residual effect of toxic baits based on spinosyns on South American fruit fly**

32

33 **Abstract** – This study evaluated the lethal concentration (CL) of two spinosyns (spinosad and
34 spinetoram) associated with different food lures (sugarcane molasses at 7%, Biofruit[®] at 3%,
35 CeraTrap[®] at 1.5%, Flyral[®] at 1.25%, Isca Samaritá[®] and Samarita Traditional[®] at 3%) on *A.*
36 *fraterculus*. The lethal time and residual effect in the absence of rain for up to 21 days of these
37 formulations at 96 mg.L⁻¹ concentration was also established, compared to the ready-to-use
38 toxic bait Success* 0.02CB[®]. The experiments were conducted in the laboratory (T = 25 ± 2
39 °C, RH = 70 ± 15% and 12 h photophase) using cages containing five *A. fraterculus* couples
40 (10-14 days old). The baits were offered for four hours at eight concentrations (2, 6, 14, 35, 84,
41 204, 495 and 1200 mg.L⁻¹), determining the LCs. The two insecticides were toxic to adults of
42 *A. fraterculus* with variable mortality according to the attractiveness employed. LC₅₀ and LT₅₀
43 ranged from 15.19 mg.L⁻¹ to 318.86 mg.L⁻¹ and 11.43 h to 85.93 h respectively, with spinosad
44 being 2 to 36 times more toxic than spinetoram when associated the different formulations of
45 hydrolyzed proteins. Toxic baits formulated with spinosad and spinetoram at 96 mg.L⁻¹ caused
46 mortality equivalent to commercial bait Success* 0.02 CB[®] (90.2%) when evaluated on the day
47 of application. Only Success* 0.02CB[®] provided mortality greater than 80% from the 7 days
48 and the others were not effective.

49 **Index terms:** *Anastrepha fraterculus*; spinosad; spinetoram; hydrolyzed protein; sugarcane
50 molasses

Introdução

51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Weidemann, 1830) é a principal praga da fruticultura na região Sul do Brasil (Nava e Botton 2010). A espécie ocorre do Sul dos Estados Unidos ao Norte da Argentina estando associada a 115 espécies de plantas hospedeiras nativas e exóticas pertencentes a 20 famílias botânicas (Zucchi 2017). Os danos diretos são ocasionados pelas fêmeas devido a introdução do ovipositor nos frutos resultando na deformação destes e pelo desenvolvimento das larvas no interior dos frutos (Botton et al. 2016). Os danos indiretos são ocasionados pela entrada de patógenos no local da lesão acelerando o processo de deterioração (Machotta Jr. et al. 2013). Historicamente, o controle de *A. fraterculus* tem sido realizado com a aplicação em cobertura de inseticidas fosforados que controlavam os adultos e as larvas no interior dos frutos (Harter et al. 2015). Entretanto, a maioria dos inseticidas fosforados com ação de profundidade foram retirados do mercado principalmente pela preocupação crescente sobre os efeitos dos resíduos nos alimentos e no ambiente (Nava e Botton 2010). Os novos grupos químicos de inseticidas disponíveis no mercado apresentam baixo efeito sobre larvas no interior dos frutos reduzindo o controle da espécie através das pulverizações em cobertura (Botton et al. 2016).

Desta forma, o emprego de iscas tóxicas, constituídas por um atrativo alimentar associado a um agente letal, é uma das principais alternativas para a supressão populacional de adultos das moscas-das-frutas em substituição a aplicação de fosforados em cobertura nos pomares (Borges et al. 2015). As iscas tóxicas podem ser formuladas na propriedade associando um atrativo alimentar com um agente letal (inseticida) ou com formulações de pronto-uso (ex. Success* 0.02CB[®]) (Harter et al. 2010, Borges et al. 2015).

Para que as iscas tóxicas sejam eficazes, diversas variáveis devem ser levadas em consideração merecendo destaque o atrativo utilizado (Raga et al. 2006). O melaço de cana-de-

76 açúcar é o principal atrativo alimentar utilizado na formulação de iscas tóxicas na região Sul do
77 Brasil (Harter et al. 2015). Entretanto, diversas formulações comerciais de proteínas
78 hidrolisadas tanto de origem vegetal como animal encontram-se disponíveis no mercado para o
79 manejo da praga (Botton et al. 2016). O uso de iscas tóxicas está fundamentado no princípio de
80 que fêmeas recém emergidas necessitam de uma fonte proteica para finalizar o desenvolvimento
81 dos ovários e iniciar o acasalamento (Christenson e Foote 1960, Raga et al. 2006, Bortoli et al.
82 2016), Além disso, os açúcares atuam como fagoestimulantes incrementando a quantidade de
83 isca ingerida (Nestel et al. 2004). Assim a associação de um agente letal (inseticida) aos
84 atrativos provoca a mortalidade dos adultos permitindo reduzir as populações nos pomares.

85 Um segundo fator importante para o emprego de iscas tóxicas é a escolha do agente
86 letal. Embora os organofosforados também sejam os principais inseticidas empregados como
87 agentes letais na formulação de iscas tóxicas, principalmente a malationa (Harter et al. 2010,
88 Borges et al. 2015), mais recentemente, as espinosinas têm recebido atenção por serem de
89 menor toxicidade ao homem e ambiente, mais seletivos a insetos benéficos e com menor
90 período de carência (Thompson e Hutchins, 1999, Vargas et al. 2002, Galm e Sparks 2015).
91 Dentre as espinosinas, destacam-se o espinosade, metabolito obtido de forma natural através da
92 fermentação da bactéria *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz e Yao) o qual é composto por duas
93 lactonas microcíclicas, espinosina A e espinosina D (Galm e Sparks 2015) sendo o agente letal
94 da isca comercial Success* 0,02 CB[®] e o espinetoram, molécula semissintética desenvolvida a
95 partir do espinosade representado pela 3'-O-etil-5,6-dihidro-espinosina J (componente
96 principal) e 3'-O-etil-espinosina L (componente secundário) (Galm e Sparks 2015). Trabalhos
97 de pesquisa demonstraram que para alguns insetos praga, o espinetoram é uma molécula mais
98 ativa e com maior poder residual que o espinosade (Galm e Sparks 2015). Embora exista no
99 mercado uma formulação comercial a base de espinosade (Success* 0,02CB[®]) é frequente o
100 questionamento dos produtores quanto a possibilidade de se formular nas propriedades iscas

101 tóxicas associando diferentes atrativos alimentares com espinosinas. Nesse trabalho foi
102 avaliado a toxicidade de duas espinosinas associadas a diferentes atrativos alimentares sobre
103 adultos de *A. fraterculus* e estabelecido a atividade residual dessas formulações na ausência de
104 chuva.

105

106

Material e Métodos

107

108 Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e
109 Vinho (temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de $75\pm 15\%$ e fotofase de 12 horas) em
110 Bento Gonçalves, RS. Adultos de *A. fraterculus* foram obtidos a partir da quarta geração da
111 criação de manutenção do laboratório, mantida seguindo a metodologia descrita por Machota
112 Junior et al. (2010), utilizando manga (*Mangifera indica* L.) cv. ‘Tommy Atkins’ como
113 substrato de oviposição e desenvolvimento larval em substituição ao mamão papaia (*Carica*
114 *papaya* L.).

115

116 **Atrativos alimentares e inseticidas.** Foram utilizados seis atrativos alimentares: i) **Biofruit**[®]
117 a 3% (proteína hidrolisada de milho) (BioControle Métodos de Controle de Pragas Ltda.,
118 Indaiatuba, SP, Brasil); ii) **CeraTrap**[®] a 1,5% (proteína hidrolisada enzimática de origem
119 animal) (BioIbérica S.A., Barcelona, Espanha); iii) **Flyral**[®] a 1,25% (proteínas hidrolisada
120 enzimática de origem animal) (BioIbérica S.A., Barcelona, Espanha); iv) **Isca Samaritá**[®] a 3%
121 (proteína hidrolisada de milho) (Samaritá Indústria e Comércio Ltda., Artur Nogueira, SP,
122 Brasil); v) **Samaritá Tradicional**[®] a 3% (proteína vegetal, açúcares redutores e conservantes)
123 (Samarita Indústria e Comércio Ltda., Artur Nogueira, SP, Brasil); e vi) **melaço de cana-de-**
124 **açúcar** a 7%. As concentrações dos atrativos alimentares utilizadas foram definidas através da
125 recomendação dos fabricantes e/ou pela experiência prática de uso. Para a formulação das iscas

126 tóxicas, os atrativos alimentares foram misturados aos inseticidas Tracer 480 SC[®] (espinosade
127 480 g/L) e Delegate[®] 250 WG (espinetoram 250 g/L) (Dow AgroSciences Industrial Ltda., São
128 Paulo, SP, Brasil). Nos experimentos residual e de tempo letal, o Success* 0,02CB[®] (0,24 g/L)
129 (Dow AgroSciences Industrial Ltda., São Paulo, SP, Brasil) diluído em água na proporção de 1
130 parte de produto comercial para 1,5 partes de água conforme recomendação, obtendo-se a
131 concentração de 96 mg.L⁻¹, foi utilizado como referência.

132

133 **Toxicidade de iscas tóxicas sobre adultos de *A. fraterculus*.** Para determinar a concentração
134 letal (CL₅₀ e CL₈₀), os inseticidas Tracer 480 SC[®] (espinosade 480 g/l) e Delegate[®] 250 WG
135 (espinetoram 250 g/l) foram diluídos em oito concentrações dos ingredientes ativos espaçadas
136 logaritmicamente (2, 6, 14, 35, 84, 204, 495 e 1200 mg.L⁻¹) definidas a partir de experimentos
137 preliminares que proporcionaram uma mortalidade entre 10 a 90%. Posteriormente adultos de
138 *A. fraterculus* com 10 a 14 dias de idade provenientes da criação de manutenção foram privados
139 da alimentação por 12 horas. Decorrido esse tempo, 10 adultos (5 machos e 5 fêmeas) foram
140 transferidos para o interior de gaiolas de copo plásticas transparentes (300mL) invertidas sobre
141 um disco de papel toalha (12,0 cm de diâmetro). Para ocorrer a ventilação e troca de gases do
142 meio interno e externo da gaiola, o fundo da gaiola foi recortado e recoberto com tecido *voile*.
143 Posteriormente, as iscas tóxicas foram disponibilizadas por 4 horas em placas plásticas (20 ×
144 20 mm) contendo uma gota de 40 µL de isca tóxica por gaiola. Após a retirada das iscas tóxicas,
145 os adultos de *A. fraterculus* foram alimentados com uma solução de hidromel a 10% oferecido
146 via capilaridade em algodão hidrófilo. A mortalidade dos adultos foi avaliada 96 HAT (horas
147 após aplicação do tratamento) considerando como mortos os insetos que não reagiram ao toque
148 de um pincel fino. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 12
149 repetições por tratamento.

150

151 **Tempo letal de adultos de *A. fraterculus* submetido a diferentes atrativos e espinosinas.**

152 Para determinar o tempo letal (TL₅₀ e TL₉₅) de formulações de iscas tóxicas, os atrativos
153 utilizados para determinação de toxicidade foram misturados aos inseticidas Tracer[®] 480 SC e
154 Delegate[®] 250 WG na concentração de 96 mg.L⁻¹ de ingrediente ativo, utilizando como padrão
155 de referência a concentração de 96 mg.L⁻¹ da isca de pronto uso Success* 0.02CB[®], seguindo
156 a metodologia descrita no experimento anterior. A mortalidade dos adultos foi avaliada 2, 4, 6,
157 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 HAT.

158

159 **Efeito residual de iscas tóxicas a adultos de *A. fraterculus* em casa de vegetação.** Para

160 avaliar o efeito residual os mesmos tratamentos do experimento de TL foram aplicados em
161 folhas de plantas de citros da cv. "Valencia" cultivados em baldes de 5 litros com duas partes
162 de solo e uma de vermiculita e mantidos no interior de casa-de-vegetação. Os tratamentos foram
163 aplicados com auxílio de uma micropipeta unicanal (Pipetman U76928A), uma gota de 40µL
164 de isca tóxica por folha. Após 0, 7, 14 e 21 DAAT (Dias Após Aplicação dos Tratamentos),
165 folhas de cada tratamento foram retiradas e levadas ao laboratório colocando-as no interior de
166 gaiolas plásticas (300 mL) utilizando a mesma metodologia do experimento de concentração
167 letal. A mortalidade dos insetos foi avaliada 96 horas após o fornecimento das iscas. O
168 delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento,
169 com 5 casais por repetição, calculando-se a mortalidade de cada tratamento com a fórmula de
170 Abbott (1925).

171

172 **Análise estatística.** Para determinação das concentrações letais (CLs) (CL₅₀ e CL₈₀) e os
173 tempos letais (TLs) (TL₅₀ e TL₉₅) e seus respectivos intervalos de confiança (95% IC), os dados
174 de concentração-mortalidade foram submetidos à análise de Probit utilizando o programa
175 POLO-PC (Leora Software 1987). Um teste de probabilidade (F-test) foi conduzido para testar

176 a hipótese de que os valores de CL eram iguais. Quando a hipótese for rejeitada, comparações
177 aos pares foram realizadas e a significância foi assumida quando não houve sobreposição dos
178 intervalos de confiança (Robertson et al. 2007).

179 Para avaliar o efeito residual e a interação entre os tratamentos (atrativo alimentar,
180 inseticida e tempo de exposição de adultos de *A. fraterculus* as iscas tóxicas), os dados foram
181 submetidos à análise de variância bidirecional (ANOVA) utilizando PROC GLM em SAS 9.1,
182 com as variáveis atrativo alimentar e inseticida como fatores fixos. As interações entre as
183 variáveis foram determinadas pelos valores dos quadrados mínimos (opção PDIF em PROC
184 GLM) com ajuste de Tukey ($p = 0,05$) em SAS 9,1 (SAS Institute 2002). Posteriormente, os
185 dados de sobrevivência de adultos de *A. fraterculus* foram submetidos à análise exploratória
186 para verificar a normalidade dos resíduos (Shapiro e Wilk 1965) e os dados não normais foram
187 transformados pela equação [Raiz $(x+0,5)$]. Posteriormente, os dados foram submetidos à
188 análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) de
189 probabilidade, utilizando o programa SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

190

191 **Resultados e Discussão**

192

193 Todas as formulações de iscas tóxicas avaliadas utilizando diferentes atrativos
194 alimentares em mistura com os inseticidas espinosade ou espinetoram foram tóxicos aos adultos
195 de *A. fraterculus* (Tabela 1). O método de bioensaio utilizado (ingestão da isca tóxica) mediante
196 a análise de Probit descreveu de maneira consistente as respostas biológicas dos adultos de *A.*
197 *fraterculus* às diferentes formulações de iscas tóxicas (Qui-quadrado < 10) verificando-se uma
198 resposta de mortalidade associada a dose (Tabela 1). Com exceção do atrativo melão-de-cana
199 de açúcar, as iscas tóxicas à base de proteínas hidrolisadas formuladas com o inseticida
200 espinosade apresentaram maior atividade biológica sobre adultos de *A. fraterculus*, observado

201 através dos menores valores de CL_{50} e CL_{80} quando comparadas com o espinetoram (Tabela 1).
202 As menores CL_{50} e CL_{80} foram registradas respectivamente para Biofruit[®] + espinosade (15,19
203 e 175,64 $mg.L^{-1}$), Samaritá Tradicional[®] + espinosade (27,84 e 167,41 $mg.L^{-1}$), Flyral[®] +
204 espinosade (49,69 e 436,50 $mg.L^{-1}$), Isca Samaritá[®] + espinosade (50,00 e 277,22 $mg.L^{-1}$) e
205 CeraTrap[®] + espinosade (72,11 e 469,26 $mg.L^{-1}$) quando comparado com o inseticida
206 espinetoram, Biofruit[®] + espinetoram (84,10 e 626,90 $mg.L^{-1}$), Samaritá Tradicional[®] +
207 espinetoram (67,73 e 499,56 $mg.L^{-1}$), Flyral[®] + espinetoram (318,86 e 15.953,90 $mg.L^{-1}$), Isca
208 Samaritá[®] + espinetoram (96,19 e 629,70 $mg.L^{-1}$) e CeraTrap[®] + espinetoram (154,23 e
209 8.505,80 $mg.L^{-1}$) (Tabela 1). De maneira geral, o espinetoram também foi tóxico aos adultos de
210 *A. fraterculus*, no entanto, quando os inseticidas foram associados às proteínas hidrolisadas, foi
211 necessária uma maior dose (2 a 3 vezes na maioria dos casos) do inseticida quando comparado
212 com o espinosade para se obter a mesma mortalidade. Essa diferença na mortalidade
213 (espinosade > espinetoram) não foi observada quando os inseticidas foram associados ao
214 melão de cana-de-açúcar demonstrando uma variação na toxicidade dos compostos associada
215 ao atrativo oferecido. De maneira geral, os atrativos alimentares utilizados para o manejo de
216 moscas-das-frutas têm como base uma combinação de proteína hidrolisada (atrativo) com
217 açúcar (fagoestimulante) permitindo assim uma combinação que permite a busca e a ingestão
218 da isca pelos insetos.

219 Vários trabalhos já haviam demonstrado atividade biológica do espinosade sobre *A.*
220 *fraterculus* e outras espécies de moscas-das-frutas (Raga e Sato 2005, Wang et al. 2005, Harter
221 et al. 2015). Nesse trabalho, para se obter uma mortalidade de 80%, foi necessário um mínimo
222 de 167,41 $mg.L^{-1}$ de espinosade, 2 vezes superior à concentração encontrada na isca comercial,
223 quando o inseticida foi associado ao atrativo Samaritá Tradicional[®]. Raga e Sato (2005)
224 encontraram valores de TL_{50} similares para *C. capitata* e *A. fraterculus*, na dose de 80 $mg.L^{-1}$
225 de espinosade o tempo letal foi de 106 minutos, bastante inferior aos valores estabelecidos neste

226 trabalho, acima de 11 horas, o que pode estar relacionado ao volume disponibilizado (1 mL) e
227 período de oferta (diário) das iscas, bastante superiores aos utilizados no presente trabalho
228 (40 μ L de volume e 4 horas de oferta).

229 Em relação aos tempos letais (TLs), foram observadas variações significativas nos tempos
230 médios de sobrevivência de adultos de *A. fraterculus* quando expostos a formulações de iscas
231 tóxicas contendo espinosade e espinetoram na concentração de 96 mg.L⁻¹ (Tabela 2). Os
232 menores valores de TL₅₀ e TL₉₅, em horas, foram verificados para as formulações Samaritá
233 Tradicional[®] + espinetoram (TL₅₀ = 11,43) (TL₉₅ = 190,94) e Biofruit[®] + espinosade (TL₅₀ =
234 12,56) (TL₉₅ = 139,28) e os maiores com CeraTrap[®] + espinetoram (TL₅₀ = 85,93) (TL₉₅ =
235 5.873,60) (Tabela 2). Borges et al. (2015) obtiveram um TL₅₀ = 12,61 para a formulação
236 Success* 0,02CB[®], semelhante aos menores TL₅₀ aqui estabelecidos. Com base na
237 sobreposição dos intervalos de confiança e nos valores de TL₉₅ estimados para todas as
238 formulações de iscas tóxicas, apenas a associação do Biofruit[®] + espinosade (TL₉₅ = 139,28)
239 foi equivalente a formulação de pronto uso Success* 0,02CB[®] (TL₉₅ = 95,99) (Tabela 2), sendo
240 que as demais demoraram mais tempo para causar uma mortalidade de 95%. De maneira geral,
241 também foi observado uma maior atividade biológica e um menor período de tempo para
242 proporcionar a mortalidade das moscas utilizando as iscas tóxicas formuladas com o inseticida
243 espinosade quando comparado com o espinetoram, com exceção da Isca Samaritá[®]. Embora os
244 dois inseticidas sejam do mesmo grupo químico, essa diferença na toxicidade inicial também
245 foi observada por Yee et al. (2007) em experimentos com *Rhagoletis pomonella* (Walsh), no
246 qual o espinosade foi mais tóxico que o espinetoram.

247 No bioensaio de efeito residual sobre adultos de *A. fraterculus* em casa-de-vegetação, foi
248 verificado que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre o atrativo alimentar, inseticida
249 e tempo de aplicação (Tabela 3). Entretanto, houve diferenças significativas em função do
250 atrativo alimentar utilizado e o tempo após a aplicação das iscas tóxicas (Tabela 3),

251 demonstrando que a atividade biológica das formulações sobre adultos de *A. fraterculus* varia
252 em função do atrativo utilizado e do tempo de aplicação no campo. Quando as iscas tóxicas
253 foram ofertadas aos insetos no dia da aplicação dos tratamentos (0 DAAT), a isca tóxica Flyral[®]
254 + espinetoram 96 mg.L⁻¹, proporcionou a menor mortalidade de adultos de *A. fraterculus* (61%)
255 diferindo significativamente ($F_{20, 189} = 33,38$; $P < 0,0001$) das demais formulações avaliadas
256 (Tabela 4) que ocasionaram mortalidade entre 72,6 7 (Flyral[®] + espinosade 96 mg.L⁻¹) a 89,1
257 (Isca Samaritá[®] + espinosade 96 mg.L⁻¹) as quais foram equivalentes a isca tóxica Success
258 0,02CB[®] (90,2% de mortalidade) (Tabela 4). Aos 7 DAAT, as iscas Biofruit[®] + espinosade
259 (67,9%) e Isca Samaritá[®] + espinetoram (75,5%) foram as únicas a proporcionar mortalidade
260 similar a formulação comercial Success* 0,02CB[®] (92,3%). Outros trabalhos de pesquisa
261 demonstraram um decréscimo na atividade residual dos dois inseticidas aos 3 a 7 DAAT para
262 *R. pomonella* (Yee et al. 2007) e *A. fraterculus* (Borges et al. 2015, Harter et al. 2015).

263 Quando a mortalidade dos insetos foi avaliada aos 14 e 21 DAAT, todas as iscas tóxicas
264 formuladas com atrativos alimentares comerciais utilizando os inseticidas espinosade ou
265 espinetoram na concentração de 96 mg.L⁻¹ proporcionaram uma redução significativa na
266 mortalidade de adultos de *A. fraterculus* ao longo do tempo (Tabela 4). No entanto, formulação
267 comercial Success* 0,02CB[®] manteve uma mortalidade acima de 90% até os 21 DAAT (90,2%)
268 indicando a presença de componentes na formulação que oferecem maior estabilidade ao
269 ingrediente ativo ao longo do tempo (Tabela 4). Neste mesmo intervalo de tempo, as demais
270 iscas tóxicas causaram uma mortalidade baixa, variando de 17,6 % (Flyral[®] + espinosade 96
271 mg.L⁻¹) a 48,8 % (melaço de cana-de-açúcar + espinosade 96 mg.L⁻¹) (Tabela 4). Yee et al.
272 (2007) afirmam que o curto período de atividade do espinetoram pode estar relacionado à uma
273 rápida degradação do inseticida ou à sua absorção pela planta como ocorre com o espinosade,
274 deixando-os indisponíveis para às moscas. No caso da isca tóxica Success* 0,02CB[®], a
275 formulação a princípio contém ingredientes que reduzem a absorção pela planta, tornando o

276 ingrediente ativo mais tempo disponível para os insetos. É importante observar que esses dados
277 foram obtidos na ausência da chuva visto que, na presença desta, todas as formulações são
278 facilmente lavadas (Borges et al. 2015, Harter et al. 2015).

279 O baixo poder residual e persistência biológica das iscas tóxicas a campo pode estar
280 associada a rápida degradação das moléculas de espinosinas na presença de luz (Revis et al. 2004,
281 Gazit et al. 2013) fato que pode ter desencadeado o baixo efeito residual principalmente nas
282 formulações preparadas pelos produtores. Estudos anteriores também demonstraram baixo efeito
283 residual de formulações de espinosade em misturas com os atrativos Biofruit[®] e melão de cana-
284 de-açúcar (Harter et al. 2015) assim como o observado nesse trabalho. Em contraste, a formulação
285 Success^{*} 0,02 CB[®] utilizada como referência de mortalidade de *A. fraterculus* apresentou elevada
286 atividade biológica sobre os insetos até 21 DAAT na ausência de chuvas enquanto que Harter et al.
287 (2015) registrou uma mortalidade satisfatória (> 80%) em adultos de *A. fraterculus* até 7 DAAT.
288 Esses resultados demonstram que outros fatores podem estar atuando sobre o efeito residual das
289 formulações, com destaque ao tipo de atrativo alimentar utilizado na mistura com o inseticida,
290 tamanho de gota (Rosa et al. 2013), viscosidade da formulação e método de aplicação (Mangan et
291 al. 2006, Gazit et al. 2013). Estudos demonstraram que o uso de dispositivos específicos pode evitar
292 ou reduzir a rápida evaporação dos compostos, podendo ser uma alternativa para assegurar uma
293 maior atividade biológica das iscas tóxicas ao longo do tempo (De Los Santos Ramos et al.
294 2012, Lasa et al. 2014).

295 A toxicidade já conhecida do espinosade sobre *A. fraterculus* torna o inseticida uma
296 alternativa para o manejo da espécie através do emprego de iscas tóxicas (Thompson e Hutchins
297 1999; Wang et al. 2005, Mangan et al. 2006, Nava e Botton 2010, Galm e Sparks 2015; Borges
298 et al. 2015, Harter et al. 2015). Nesse trabalho, foi demonstrado que o espinetoram também
299 pode ser empregado, no entanto, *A. fraterculus* é menos suscetível ao inseticida quando
300 associado a atrativos contendo ingredientes proteicos, contudo apresentando o mesmo efeito
301 residual que o espinosade se for empregado na mesma concentração.

302 Um dos fatores que resultam em uma maior ou menor atividade biológica das iscas
303 tóxicas é o atrativo alimentar utilizado nas misturas, por isso, deve buscar componentes que
304 incentivem os insetos a ingerir os ingredientes para induzir a morte antes que as fêmeas
305 ovipositem nos frutos (Moreno e Mangan 2003; Gravena 2005; Raga et al. 2006; Vargas et al.
306 2002, Cowles et al. 2015). Dentre as formulações avaliadas, em armadilhas de monitoramento
307 o atrativo CeraTrap[®] tem se destacado na região Sul do Brasil (Bortoli et al. 2016; Botton et al.
308 2016). O produto tem sido empregado puro visando a captura massal e, ao ser avaliado como
309 isca tóxica (diluído a 1,5%) associado as espinosinas, apresentou uma performance inferior a
310 demais proteínas comerciais formuladas especificamente para o emprego como iscas toxicas.
311 Por outro lado, o melão de cana-de-açúcar tem sido um dos principais ingredientes utilizados
312 como atrativo em iscas tóxicas proporcionando alta mortalidade (Harter et al. 2015, Borges et al.
313 2015). Embora eficaz e de custo reduzido, o melão de cana-de-açúcar é utilizado em alta
314 concentração (7%), gerando a necessidade de se armazenar grandes volumes na propriedade e,
315 como o produto é um resíduo da indústria canavieira, o mesmo não possui padronização sendo
316 muitas vezes, contaminado com resíduos que podem afetar negativamente a eficácia do
317 composto (Harter et al. 2010). Nesse trabalho, os dados de mortalidade demonstraram que as
318 iscas tóxicas formuladas com espinosinas proporcionaram elevado nível de mortalidade de
319 adultos de *A. fraterculus* no entanto, a concentração é variável conforme o atrativo e ingrediente
320 ativo (Tabelas 1, 2 e 4). Considerando como aceitável uma mortalidade de 80% dos adultos de
321 *A. fraterculus* e comparando as duas espinosinas na mesma concentração da isca tóxica
322 Success* 0,02CB[®], apenas a formulação comercial apresentou controle satisfatório na ausência
323 de chuva até os 21 DAAT. As demais formulações de iscas tóxicas foram equivalentes a
324 formulação comercial somente no dia da aplicação destacando-se as formulações (Biofruit[®] +
325 espinosade e Isca Samaritá[®] + espinetoram) aos 7 DAAT, período comum de reaplicação das
326 iscas tóxicas no campo (Raga 2005; Harter et al. 2015), A utilização de maiores concentrações

327 de espinosinas nas formulações poderia causar incremento na mortalidade, uma vez que a
328 concentração avaliada (96 mg.L^{-1}) é inferior a todas as CLs 80 obtidas. Nesse caso,
329 considerando as melhores combinações de atrativos com as espinosinas, a concentração mínima
330 de espinosade e espinetoram que deveria ser empregada seria de $167,41 \text{ mg.L}^{-1}$ e $499,56 \text{ mg.L}^{-1}$
331 ¹ respectivamente para os atrativos Biofruit[®] e Samaritá Tradicional[®]. Tal fato deve ser levado
332 em consideração em experimentos futuros incluindo a possibilidade de aumentar a eficácia com
333 incremento na concentração dos atrativos.

334 Com base nos resultados obtidos nestes experimentos, verificou-se que as iscas tóxicas a
335 base de espinosade e espinetoram são alternativas para o manejo de adultos de *A. fraterculus*
336 em formulações de iscas tóxicas. No entanto, a atividade biológica dos produtos é variável em
337 função do tipo de atrativo alimentar utilizado sendo que o espinosade, de maneira geral é mais
338 ativo que o espinetoram nas mesmas concentrações utilizando atrativos a base de proteína
339 hidrolisada. O emprego do espinosade e espinetoram em formulações de iscas tóxicas também
340 permite aos produtores utilizarem esses agentes letais para o manejo de adultos de *A. fraterculus*
341 próximo ao período de colheita, com menores riscos de deixar resíduos tóxicos nos frutos. O
342 espinosade, além de apresentar maior atividade biológica quando comparado com o
343 espinetoram é aceito em cultivos orgânicos no exterior (OMRI 2016). No entanto, no Brasil o
344 espinosade não está autorizado para emprego nas principais frutíferas de clima temperado
345 (Agrofit 2016) sendo que nesses casos, o espinetoram pode ser uma alternativa aos fosforados
346 como agente letal. É importante ressaltar que embora não tenha sido detectado populações de
347 moscas-das-frutas resistentes a espinosinas no Brasil, a rotação de ingredientes ativos é
348 fundamental para evitar a seleção de populações de moscas-das-frutas resistentes a esse grupo
349 químico.

350

351

Conclusões

352
353
354
355
356
357
358
359

1. Espinosade e espinetoram são tóxicos para adultos da mosca-das-frutas sul-americana em formulações de iscas tóxicas.

2. As iscas tóxicas formuladas com Biofruit[®] a 3% + espinosade e Isca Samaritá[®] a 3% + espinetoram são eficazes para o manejo de *Anastrepha fraterculus* e apresentam residual de até 7 dias na ausência de chuva.

Agradecimentos

360
361
362
363
364

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa ao primeiro autor. Ao CNPq e a Fapergs pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências

365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**. v.18, p.265-267, 1925.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de praga**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 dez. 2016.

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

BORGES, R., R. MACHOTA JÚNIOR, M. I. C. BOFF, M. BOTTON. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **BioAssay**. v.10, p.3, 2015.

- 377 BOTTON, M., C.J. ARIOLI, R. MACHOTA JR, M.Z. NUNES, J.M. da ROSA. Moscas-das-
378 frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do
379 emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. **Agropecuária**
380 **Catarinense**. v.29, n.2, p. 103-108, 2016.
- 381 CHRISTENSON, L. D., R. H. FOOTE. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**.
382 v.5, p.171-192, 1960.
- 383 COWLES, R. S., C. RODRIGUEZ-SAONA, R. HOLDCRAFT, G. M. LOEB, J. E.
384 ELSENSOHN; S. P. HESLER. Sucrose improves insecticide activity against *Drosophila*
385 *suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Economic Entomology**. v.108, n.2, p.640-653,
386 2015.
- 387 DE LOS SANTOS RAMOS, M., A. BELLO RIVERA, R. HERNANDEZ PEREZ; D. F. LEAL
388 GARCIA. Effectiveness of bait station MS2 and food attractant CeraTrap as an alternative for
389 catching fruit flies in Veracruz, Mexico. **Interciencia**. v.37, p.279-283, 2012.
- 390 GALM, U., T. C. SPARKS. Natural product derived insecticides: discovery and development
391 of spinetoram. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**. v.43, n.2-3, p.185-
392 193, 2015.
- 393 GAZIT, Y., S. GAVRIEL, R. AKIVA, D. TIMAR. Toxicity of baited spinosad formulations to
394 *Ceratitidis capitata*: from the laboratory to the application. **Entomologia Experimentalis et**
395 **Applicata**. v.147, p.120-125, 2013.
- 396 GRAVENA, S. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal,
397 GRAVENA, S. (Ed), 2005, 372p.
- 398 HARTER W. R., A. D. GRUTZMACHER, D. E. NAVA, R. S. GONÇALVES; M. BOTTON.
399 Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-
400 oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, p.229-235, 2010.

- 401 HARTER, W. R., M. BOTTON, D. E. NAVA, A. D. GRUTZMACHER, R. S. GONÇALVES,
402 R. MACHOTA JUNIOR, D. BERNARDI, O. Z. ZANARDI. Toxicities and residual effects of
403 toxic baits containing spinosad or malathion to control the adult *Anastrepha fraterculus*
404 (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**. v.98, n.1, p.202-208, 2015.
- 405 LASA R., VELAZQUEZ, O.E., ORTEGA R.; ACOSTA E. Efficacy of comercial traps and
406 food odor attractants for mass trapping the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens*. **Journal of**
407 **Economic Entomology**. v.107, p.198–205, 2014.
- 408 LEORA SOFTWARE. **Polo-PC**: a user's guide to probit or logit analysis. LeOra Software,
409 Berkeley, CA. 1987.
- 410 MACHOTA-JÚNIOR R., L. C. BORTOLI, A. TOLOTTI; M. BOTTON. **Técnica de criação**
411 **de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando**
412 **hospedeiro natural**. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/boletim/](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/boletim/bop015.pdf)
413 [bop015.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/boletim/bop015.pdf)>. Acesso em: 28 de ago. 2015.
- 414 MACHOTA-JÚNIOR, R, R. FORMOLO, D. BERNARDI, M. BOTTON; L. RUFATO. Effect
415 of inseticides on *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in 'Italy' table grape
416 under plastic cover. **Investigación Agrária**. v.15, n.2, p:113-120, 2013.
- 417 MANGAN, R. L., D. S. MORENO, G. D. THOMPSON. Bait dilution, spinosad concentration,
418 and efficacy of GF-120 based fruit fly sprays. **Crop Protection**. v.25, p.125-133, 2006.
- 419 MORENO D. S., R. L. MANGAN. Bait matrix for novel toxicants for use in control of fruit
420 flies (Diptera: Tephritidae), *In*: HALLMAN, G. J.; SCHWALBE, C. (Ed.). **Invasive**
421 **arthropods in agriculture: problems and solutions**. Science Publishers, Inc., Enpheld, NH,
422 p.333-362, 2003.
- 423 NAVA D. E.; M. BOTTON. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis***
424 ***capitata* em pessegueiro**. 2010. Disponível em:

425 <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/889693/4/CPACTDocumento>
426 315.pdf>. Acesso em 25 ago. 2015.

427 NESTEL, D., NEMNY-LAVY, E., ZILBERG, L., WEISS, M., AKIVA, R., GAZIT, Y. The
428 fruit fly PUB: a phagostimulation unit bioassay system to quantitatively measure ingestion of
429 baits by individual flies. **Journal of Applied Entomology**. v.128, p.576-582, 2004.

430 ORGANIC MATERIALS REVIEW INSTITUTE (OMRI). **Products List**. Spinosad. 2016.
431 Disponível em: <http://www.omri.org/sites/default/files/opl_pdf/CropByCategory-NOP.pdf>.
432 Acesso: 08 jan. 2017.

433 RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na Citricultura Paulista.
434 **Laranja**. v.26, p.307-322, 2005.

435 RAGA, A.; M. E. SATO. Effect of spinosad bait against *Ceratitits capitata* (Wied.) and
436 *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. **Neotropical Entomology**.
437 v.34, p.815-822, 2005.

438 RAGA A., R. A. MACHADO, W. DINARDO, P. C. STRIKIS. Eficácia de atrativos
439 alimentares na captura de moscas-das-frutas em pomar de citros. **Bragantia**. v.65, p.337-345,
440 2006.

441 REVIS, H.C., N.W. MILLER, R.I. VARGAS. Effects of aging and dilution on attraction and
442 toxicity of GF-120 fruit fly bait spray for melon fly control in Hawaii. **Journal of Economic**
443 **Entomology**. v.97, p.1659-166, 2004.

444 ROBERTSON, J. L., R. M. RUSSELL, H. K. PREISLER, E. N. E. SAVIN. **Bioassays with**
445 **arthropods**. CRC Press, Boca Raton, FL, 2007, 199 p.

446 ROSA, J. M. da, M. Z. NUNES, C. J. ARIOLI, M. BOTTON. Informações sobre o emprego
447 de iscas tóxicas para a supressão populacional da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha*
448 *fraterculus* na cultura da macieira. In: XIII Encontro Nacional de Fruticultura de Clima
449 Temperado, 2013. **Anais...** Caçador: Epagri, SC, v.2, p.39, 2013.

- 450 SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System: Getting Started With the SAS Learning. SAS
451 Institute, Cary, NC. 2002.
- 452 SHAPIRO, S. S., M. B. WILK. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**. v.52,
453 n.3, p.591-611, 1965.
- 454 THOMPSON G., S. HUTCHINS. Spinosade. Food and Agriculture Organization of the United
455 Nations, **Pesticide Outlook**. v.10, n.2, p.78-81, 1999.
- 456 VARGAS, R.I., N. W. MILLER, R. J. PROKOPY. Attraction and feeding responses of
457 mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins,
458 phloxine B and spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.102, p.273-282, 2002.
- 459 WANG, X.G., E.A. JARJEES, B.K. MCGRAW, A.H. BOKONON-GANTA, R.H. MESSING,
460 M.W. JOHNSON. Effects of spinosad-based fruit fly bait GF-120 on tephritid fruit fly and
461 aphid parasitoids. **Biological Control**. v.35, n.2, p.155-162, 2005.
- 462 YEE, W.L., O. JACK, M.J. NASH. Mortality of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae)
463 exposed to field-aged spinetoram, GF-120, and azinphos-methyl in Washington state. **Florida**
464 **Entomologist**. v.90, n.2, p.335-342, 2007.
- 465 ZUCCHI, R. A. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil – *Anastrepha* species and their**
466 **hosts plants.** Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>>. Acesso em: 07 jan.
467 2017.

Tabela 1. Concentração letal media em mg.L⁻¹ (CL₅₀ e CL₈₀) de formulações de iscas tóxicas para o controle de *Anastrepha fraterculus* em laboratório.

Atrativo	Inseticida	Coefficiente angular (± Erro padrão)	CL ₅₀ (IC 95%) ^a	CL ₈₀ (IC 95%) ^b	χ ^{2c}	g.l ^d
Melaço de cana-de-açúcar 7%	Espinosade	0,881 ± 0,065	97,69 (73,92-129,14)	882,14 (602,33-1418,99)	5,47	6
	Espinetoram	0,710 ± 0,055	47,10 (34,40-63,71)	722,66 (469,18-1250,47)	5,66	6
Biofruit® 3%	Espinosade	0,792 ± 0,067	15,19 (9,34-22,73)	175,64 (120,56-270,74)	5,49	6
	Espinetoram	0,965 ± 0,082	84,10 (59,02-115,97)	626,90 (434,97-981,29)	5,66	6
Flyral® 1,25%	Espinosade	0,892 ± 0,065	49,69 (35,08-68,80)	436,50 (265,10-860,30)	9,09	6
	Espinetoram	0,495 ± 0,054	318,86 (193,23-606,50)	15.953,00 (5.644,50-76.042,00)	4,86	6
CeraTrap® 1,5%	Espinosade	1,035 ± 0,065	72,11 (51,21-100,60)	469,26 (311,01-799,48)	8,50	6
	Espinetoram	0,483 ± 0,055	154,23 (67,00-416,67)	8.505,80 (2.098,70-131.060,00)	9,99	6
Samaritá Tradicional® 3%	Espinosade	1,080 ± 0,067	27,84 (18,84-39,67)	167,41 (112,61-275,99)	9,73	6
	Espinetoram	0,970 ± 0,063	67,73 (49,51-92,21)	499,56 (336,38-825,57)	6,49	6
Isca Samaritá® 3%	Espinosade	1,131 ± 0,084	50,00 (37,43-64,52)	277,22 (213,53-374,63)	4,93	6
	Espinetoram	1,031 ± 0,065	96,19 (69,24-134,32)	629,70 (410,48-1104,31)	8,34	6

^aCL₅₀: Concentração Letal responsável por ocasionar 50% de mortalidade na população, ^bCL₈₀, responsável por proporcionar 80% de mortalidade na população

^cQui-quadrado ($P < 0,05$)

^dGraus de Liberdade

Tabela 2. Tempo letal médio em horas (TL₅₀ e TL₉₅) de formulações de iscas tóxicas para controle de *Anastrepha fraterculus* em laboratório.

Atrativo	Inseticida (96 mg.L ⁻¹)	Coefficiente angular (± Erro padrão)	TL ₅₀ (IC 95%) ^a	TL ₉₅ (IC 95%) ^b	χ ^{2c}	g.l ^d
Melaço de cana-de-açúcar 7%	Espinosade	1,684 ± 0,091	18,79 (16,48-21,29)	177,99 (132,91-261,00)	23,58	15
	Espinetoram	1,535 ± 0,088	16,95 (14,85-19,18)	199,99 (146,86-300,10)	21,00	15
Biofruit® 3%	Espinosade	1,574 ± 0,099	12,56 (10,42-14,67)	139,28 (102,28-213,05)	24,90	15
	Espinetoram	1,355 ± 0,085	23,57 (21,19-26,28)	385,79 (277,46-585,91)	1,04	15
Flyral® 1,25%	Espinosade	1,238 ± 0,084	19,73 (17,31-22,40)	420,71 (283,47-709,86)	15,21	15
	Espinetoram	1,170 ± 0,087	56,25 (47,18-70,12)	1433,66 (797,09-3233,36)	16,19	15
CeraTrap® 1,5%	Espinosade	1,234 ± 0,085	31,03 (27,55-35,31)	667,81 (442,21-1140,93)	13,37	15
	Espinetoram	0,897 ± 0,085	85,93 (67,10-120,30)	5873,6 (2460,1-20741,0)	5,36	15
Samaritá Tradicional® 3%	Espinosade	1,565 ± 0,090	32,21 (28,40-36,98)	362,30 (251,43-588,35)	21,72	15
	Espinetoram	1,345 ± 0,088	11,43 (9,95-12,90)	190,94 (144,46-272,32)	7,60	15
Isca Samaritá® 3%	Espinosade	1,799 ± 0,093	17,52 (16,06-19,05)	143,76 (118,11-182,23)	7,20	15
	Espinetoram	1,536 ± 0,088	18,15 (15,78-20,72)	213,81 (153,23-334,11)	23,86	15
Success* 0.02CB®	Espinosade	2,329 ± 0,105	18,88 (17,51-20,33)	95,99 (82,38-115,12)	15,04	15

^aTL₅₀: Tempo Letal responsável por ocasionar 50% de mortalidade na população, ^bTL₉₅, responsável por proporcionar 95% de mortalidade na população.

^cQui-quadrado ($P < 0,05$)

^dGraus de liberdade

Tabela 3. Resultados da ANOVA sobre interação atrativo alimentar, inseticida e tempo de exposição de *Anastrepha fraterculus*.

Origem da variação	Tipo III SS	df	Quadrado médio	Mortalidade	
				F	P
Atrativo × inseticida × tempo	9206,91	15	613,79	1,47	0,1110
Atrativo × inseticida	2157,63	5	431,52	1,04	0,3958
Inseticida × tempo	2684,56	3	894,85	2,15	0,0935
Atrativo × tempo	3422,85	15	228,19	0,55	0,9128
Atrativo	5560,36	5	1112,07	2,67	0,0216
Inseticida	355,12	1	355,12	0,85	0,3563
Tempo	104552,03	3	34850,68	83,68	< 0.0001
Modelo (total)	127700,00	47	2717,03	6,52	< 0.0001
Erro	179511,61	431			
Correção total	307212,10	478			

Tabela 4. Número médio de *Anastrepha fraterculus* vivas (N ± EP) e porcentagem de mortalidade (%M) 96 horas após exposição a resíduos de iscas tóxicas formuladas com espinosade e espinetoram em folhas de citros aos 0, 7, 14 e 21 dias após aplicação dos tratamentos (DAAT).

Atrativo	Ingrediente ativo (96 mg.L ⁻¹)	0		7		14		21	
		N ± SE ¹	M% ²	N ± SE	M%	N ± SE	M%	N ± SE	M%
Melaço de cana-de-açúcar 7%	Epinosade	1,7 ± 0,47Eb	82,2	4,5 ± 0,49 DEFGab	70,0	2,6 ± 0,40 CDa	49,4	4,9 ± 0,57 EFa	48,8
	Espinetoram	1,8 ± 0,54Ec	81,3	3,0 ± 0,50 EFGbc	61,8	4,0 ± 0,42 Db	53,8	6,0 ± 0,37 BCDEFa	37,3
		9,6 ± 0,28Aa	-	8,9 ± 0,30 ABa	-	8,7 ± 0,31 ABa	-	9,6 ± 0,19 Aa	-
Biofruit® 3%	Epinosade	1,3 ± 0,35Eb	85,2	1,5 ± 0,53 FGHa	67,9	4,3 ± 0,49 BCDA	40,8	5,9 ± 0,63 DEFa	34,8
	Espinetoram	1,9 ± 0,48 Eb	78,4	4,6 ± 0,43 BCDEFa	47,6	4,7 ± 0,49 BCDA	47,2	4,6 ± 0,56 EFa	35,9
		8,8 ± 0,38 Aa	-	8,1 ± 0,25 ABCDA	-	8,6 ± 0,35 ABa	-	8,8 ± 0,34 ABCDA	-
CeraTrap® 1,5%	Epinosade	2,0 ± 0,77 Eb	78,1	4,9 ± 0,59 BCDEab	54,6	3,2 ± 0,66 BCDA	33,5	5,8 ± 0,47 ABCDEFa	34,0
	Espinetoram	2,1 ± 0,35 DEb	76,3	2,1 ± 0,33 CDEFa	46,3	4,3 ± 0,42 ABCDA	46,2	5,3 ± 0,64 Fa	34,5
		9,1 ± 0,33 Aa	-	8,7 ± 0,26 ABa	-	8,6 ± 0,34 ABCa	-	9,4 ± 0,21 ABa	-
Flyral® 1,25%	Epinosade	1,9 ± 0,58 DEb	72,7	3,6 ± 0,55 EFGab	52,2	4,4 ± 0,63 ABCDA	32,2	6,6 ± 0,70 ABCDEa	17,6
	Espinetoram	4,4 ± 0,38 CDab	61,0	2,1 ± 0,44 DEFa	50,0	3,9 ± 0,62 Da	49,2	4,8 ± 0,72 EFa	47,3
		8,8 ± 0,37 Aa	-	9,3 ± 0,34 ABa	-	8,7 ± 0,35 ABa	-	9,1 ± 0,37 ABCa	-
Isca Samaritá® 3%	Epinosade	1,0 ± 0,32 Eb	89,1	4,6 ± 0,86 BCDEFa	57,8	3,9 ± 0,78 BCDA	41,3	5,9 ± 0,65 CDEFa	36,2
	Espinetoram	1,7 ± 0,40 Ec	81,5	2,3 ± 0,57 FGHbc	75,5	3,0 ± 0,74 Dab	52,2	6,1 ± 0,54 ABCDEFa	25,0
		9,2 ± 0,24 Aa	-	9,4 ± 0,39 Aa	-	9,0 ± 0,29 ABa	-	9,3 ± 0,23 Aa	-
Samaritá Tradicional® 3%	Epinosade	2,2 ± 0,42 DEb	75,9	3,9 ± 0,61 BCDEFa	57,1	4,5 ± 0,40 BCDA	42,9	5,2 ± 0,44 EFb	36,1
	Espinetoram	1,2 ± 0,37 Ec	86,8	4,0 ± 0,47 DEFGb	67,2	3,0 ± 0,62 CDb	47,2	6,2 ± 0,51 ABCDEFa	32,0
		9,0 ± 0,35 Aa	-	8,1 ± 0,37 ABCa	-	9,1 ± 0,37 Aa	-	9,1 ± 0,33 ABCa	-
Success* 0,02CB®	Epinosade	0,5 ± 0,16 Ea	90,2	0,8 ± 0,39 Ha	92,3	0,8 ± 0,28 Ea	94,2	0,9 ± 0,39 Ga	90,2
Água		8,1 ± 0,28 ABb	-	9,1 ± 0,24 ABa	-	8,6 ± 0,21 ABab	-	9,2 ± 0,24 ABa	-

¹Número médio de insetos vivos seguidos de letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0.05$).

²Mortalidade calculada pela formula de Abbott (1925).

4 Considerações Finais

As iscas tóxicas formuladas com espinosinas (espinosade e espinetoram) são alternativas como agentes letais aos organofosforados, sendo tóxicas aos adultos da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus*. Esse grupo químico apresenta vantagens como menor período de carência, registro do espinetoram para diversas frutíferas de clima temperado e, no caso do espinosade, o mesmo é aceito como insumo autorizado para agricultura orgânica, justificando seu uso como alternativa por apresentar maior custo e necessitar maior concentração.

As proteínas hidrolisadas possuem potencial para substituir o melaço de cana-de-açúcar nas formulações de iscas tóxicas, principalmente as de origem vegetal, as quais resultaram em menores valores de CL_{80} dentre as formulações avaliadas e menor TL_{95} . Dentre os atrativos avaliados, as combinações de melaço de cana-de-açúcar e Biofruit® associadas ao espinosade e as formulações de Isca Samaritá® e Samaritá Tradicional® associadas ao espinetoram alcançaram mortalidade próximas a 70% até 7 DAAT, podendo ser consideradas como ferramentas para o manejo da praga.

No entanto, por serem formulações mais simples em relação ao Success* 0,02CB®, um aumento da concentração dos atrativos e ingrediente ativo nas formulações deveria ser considerado visando aumentar a mortalidade de adultos da praga ao longo do tempo, uma vez que a dose utilizada no trabalho de efeito residual foi inferior ao estabelecido na CL_{80} .

Referências

AGROFIT. Sistema De Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de praga**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 dez. 2016.

AKMOUTSOU P.; MADEMTZOGLU, D.; NAKOU, I.; ONOUFRIADIS, A.; PAPADOPOULOU, X.; KOUNATIDIS, I.; FRANTZIOS, G.; PAPADAKIS, G.; VASILIAKIS, K.; PAPADOPOULOS, N. T.; MAVRAGANI-TSIPIDOU, P. Evaluation of toxicity and genotoxic effects of spinosad and deltamethrin in *Drosophila melanogaster* and *Bactrocera oleae*. **Pest Management Science**, v.67, p.1534-1540, 2011.

ALBERTI, S.; GARCIA, F.R.M.; BOGUS, G.M. Moscas-das-frutas em pomares de pessegueiro e maracujazeiro, no município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n;5, p.1565-1568, 2009.

ARIOLI, C.J., BOTTON, M.; AZEVEDO FILHO, W.S.; MENEZES-NETO, A.C.; ROSA, J.M. **Manejo dos principais insetos e ácaros-praga na cultura da ameixeira no Sul do Brasil**. Florianópolis, Epagri, 2016. 46p. (Boletim Técnico 174).

BORGES, R.; MACHOTA JÚNIOR, R.; BOFF, M. I. C.; BOTTON, M. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **BioAssay**, v.10, n.3, 2015.

BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; MACHOTA JR., R.; NUNES, M.Z.; ROSA, J.M. da. Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. **Agropecuária Catarinense**, v.29, n.2, p.103-108, 2016.

BRAGA SOBRINHO, R. Developing a mass-rearing system for *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in north-eastern Brazil. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.34, n.s1, p.66-72, 2014.

BURNS, R. E.; HARRIS, D. L.; MORENO, D. S.; EGER, J. E. Efficacy of spinosad bait sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial citrus in Florida. **Florida Entomologist**, v.84, p.672-678, 2001. CROUSE, G. D.; SPARKS, T. C.; SCHOONOVER, J.; GIFFORD, J.; DRIPPS, J.; BRUCE, T.; LARSON, L. L.; GARLICH, J.; HATTON, C.; HILL, R. L.; WORDEN, T. V.; MARTYNOW, J. G. Recent advances in the chemistry of spinosyns. **Pest Management Science**. v.57, p.177-185, 2001.

FACHINELLO, J. C.; MIO, L. L. M. de; RANGEL, A. Produção integrada de pêssego. p.781-809. *In*: ZAMBOLIM, L.; NASSER, L. C. B.; ANDRIGUETO, J. R.; TEIXEIRA, J. M. A.; KOSOSKI, A. R.; FACHINELLO, J. C. (Org.). **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável, alimentos seguros**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

FARIA, F. A.; PERRE, P.; ZUCCHI, R. A.; JORGE, L. R.; LEWINSOHN, T. M.; ROCHA, A.; TORRES, R. D. S. Automatic identification of fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Visual Communication and Image Representation**, v.25, p. 1516-1527, 2014.

FLORES, S.; GOMEZ, L. E.; MONTOYA, P. Residual control and lethal concentrations of GF-120 (Spinosad) for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, p.1885-1891, 2011.

GALM, U.; SPARKS, T. C. Natural product derived insecticides: discovery and development of spinetoram. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, DOI 10.1007/s10295-015-1710-x, 2015.

GARCIA, F. R. M. Fruit fly: Biological and ecological aspects. **Current trends in fruit flies control on perennial crops and research prospects**. Kerala: Transworld Research Network. p.1-35, 2009.

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

HARTER, W. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; GONÇALVES, R. S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.3, p.229-235, 2010.

HOY, J. B.; DAHLSTEN, D. L. Effects of malathion and Staley's Bait on the behavior and survival of parasitic hymenoptera. **Environmental Entomology**. v.13, n.6, p.1483-1486, 1984.

HSU, J.; FENG, H. Development of resistance to spinosad in oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in laboratory selection and cross-resistance. **Journal of Economic Entomology**, v.99, n.3, p.931-936, 2006.

IBD. **Cliente e Insumos Aprovados**. 2016. Disponível em: <http://ibd.com.br/pt/ClientesResultadoPesquisaInsumos.aspx?ID_CERTIFICADO=0&PRODUTO=&CLIENTE=dow&ID_CATEGORIA=0&ID_FINALIDADE=134>. Acesso em: 17 dez. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2016**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201602.pdf> Acesso em: 09 jan 2017.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã. *In*: PROTAS, J.F. da. S.; VALDEBENITO SANHUEZA, R.M. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.61-68.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.91 p.459-465, 1999.

LASA, R.; VELAZQUEZ, O. E.; ORTEGA, R.; ACOSTA, E. Efficacy of comercial traps and food odor attractants for mass trapping the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens*. **Journal of Economic Entomology**, v.107, p.198–205, 2014.

LORSCHTEITER, R.; REDAELLI, L. R.; BOTTON. M.; PIMENTEL, M. Z. Caracterização de danos causados por *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae) e desenvolvimento larval em frutos de duas cultivares de quiviseiro (*Actinidia* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.1, p. 67-76, 2012.

MACHOTA JUNIOR, R.; BORTOLI, L. C.; BOTTON, M.; GRUTZMACHER, A. D. Fungi that cause rot in bunches of grape identified in adult fruit flies (*Anastrepha fraterculus*) (Diptera: Tephritidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**. v.73, n.2, p.196-201, 2013.

MALAVASI, A. Áreas-livres ou de baixa prevalência. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, cap.23, 2000, p.175-181.

MANGAN, R. L.; MORENO, D. S.; THOMPSON, G. D. Bait dilution, spinosad concentration, and efficacy of GF-120 based fruit fly sprays. **Crop Protection**, v.25, p.125-133, 2006.

MANGAN, R. L. Priorities in formulation and activity of adulticidal insecticide bait sprays for fruit flies.p. 423-456. *In*: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Ed.), **Trapping and the detection, control, and regulation of Tephritidae fruit flies**. Springer, 2014.

MARKUSSEN, M. D. K.; KRISTENSEN, M. Spinosad resistance in female *Musca domestica* L. from a field-derived population. **Pest Management Science**, v.68, p.75–82, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO (MAPA). **Mapa prepara programa nacional para combate à mosca-das-frutas**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/02/mapa-prepara-programa-nacional-para-combate-a-mosca-das-frutas>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

MORELLI, R.; COSTA, K. Z.; FAGIONI, K. M.; COSTA, M. L. Z.; NASCIMENTO, A. S.; PIMENTEL, R. M. A.; WALDER, M. M. New protein sources in adults diet for mass-rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.55, n.6, p.827-833, 2012.

MORENO, D. S.; MANGAN, R. L. Novel insecticide strategies such as phototoxic dyes in adult fruit fly control and suppression programmes. p.421-432. *In*: TAN, K.H. (Ed.), **Area-Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests**. Penang, Malaysia, 2000.

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**. Science Publishers, Inc., Enpheld, NH, 2002, p. 333-362.

NAVA, D.E.; BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. **Documentos** [da] Embrapa Clima Temperado, 315, 2010, 29p.

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, 2012.

NONDILLO, A.; ZANARDI, O.; AFONSO, A.P.; BENEDETTI, A.J.; BOTTON, M. Efeito de inseticidas neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. **BioAssay**, v.2, n.9, 2007.

NORA, I.; HICKEL, E.R.; PRANDO, H.F. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Santa Catarina. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000, 327p.

ORLANDO, A.; SAMPAIO, A. S. Moscas-das-frutas. **Biologico**, n.39, v.6, p.143–150, 1973.

PELZ, K.S., ISAACS, R.; WISE, J.C.; GUT, L.J. Protection of fruit against infestation by apple maggot and blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) using compounds containing spinosad. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.432-437, 2005.

PIÑERO, J.C.; MAU, R.F.L.; VARGAS, R.I. Managing oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae), with spinosad-based protein bait sprays and sanitation in papaya orchards in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.102, p.280-289, 2009.

PROKOPY, R.J.; MILLER, N.W.; PIÑERO, J.C.; ORIDE, L.; CHANEY, N.; REVIS, H.; VARGAS, R.I. How effective is GF-120 fruit fly bait spray applied to border area sorghum plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae)? **Florida Entomologist**, v.87, n.3, p.354-360, 2004.

RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v.26, p.307-322, 2005.

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.; MACHADO, R. A.; DINARDO, W.; STRIKIS, P.C. Eficácia de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas em pomar de citros. **Bragantia**, v.65, n.2, p.337-345, 2006.

RAGA, A.; SATO, M. E. Toxicity of neonicotinoids to *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Plant Protection Research**, v.51, n.1, p. 413-419, 2011.

RAGA, A.; SATO, M.E. Controle químico de moscas-das-frutas. **Documento Técnico 20**. Instituto Biológico, p.1-14, 2016.

RUIZ, L.; FLORES, F.; CANCINO, J.; ARREDONDO, J.; VALLE, 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.

SALGADO, V. L. Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiological correlates. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.60, p.91-102, 1998.

SALLES L. A. B. Isca tóxica para o controle de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**. 24(1): 153–157, 1995.

SALLES, L. A. B. Principais pragas e seu controle. *In*: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M. do C. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: EMBRAPA- CPACT, 1998. Cap.8, p.206-242.

SALLES, L. A. B. Ocorrência precoce da mosca-das-frutas em ameixas. **Ciência Rural**, v.29, p.349-350, 1999.

SANTOS, J. P.; CORRENT, A. R.; BERTON, O.; SCHWARTZ, L. L.; DENARDI, F. Incidência de podridão-branca em frutos de macieira com e sem fermentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 118-121, 2008.

SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v. 30, p. 1689-1684, 2004.

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

SELA, S.; NESTEL, D.; PINTO, R.; NEMNY-LAVY, E.; BAR-JOSEPH, M. Mediterranean fruit fly as a potential vector of bacterial pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**, n.71, p.4025-4056, 2005.

SPARKS, T. C.; CROUSE, G. D.; DURST G. Natural products as insecticides: the biology, biochemistry and quantitative structure-activity relationships of spinosyns and spinosoids. **Pest Management Science**, v.57, p.896-905, 2001.

THOMPSON, G.; HUTCHINS, S. Spinosade., Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Pesticide Outlook**, v.10, n.2, p.78-81, 1999.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.48, n.3, p.409-414, 2004.

VARGAS, R. I.; MILLER, N. W.; PROKOPY, R. J. Attraction and feeding responses of mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxine B and spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 102, p. 273-282, 2002.

VONTAS, J.; HERNÁNDEZ-CRESPO, P.; MARGARITOPOULOS, J. T.; ORTEGO, F.; FENG, H.; MATHIOPOULOS, K. D.; HSU, J. Insecticide resistance in Tephritid flies. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.100, p.199-205, 2011.

YEE, W. L.; CHAPMAN, P. S. Effects of GF-120 fruit fly bait concentrations on attraction, feeding, mortality, and control of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.5, p.1654-1663, 2005.

YEE, W. L.; JACK, O.; NASH, M. J. Mortality of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) exposed to field-aged spinetoram, GF-120, and azinphos-methyl in Washington State. **Florida Entomologist**, v.90, n.2, p.335-342, 2007.

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 Society**, v.51, n.2, p.101-112, 2016.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. *In*: MALAVASI, A. e ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000, p.13-24.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), p.15-22. *In* E. F. VILELA, R. A. ZUCCHI, F. CANTOR (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 173p. 2001.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil – *Anastrepha* species and their hosts plants**. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>>. Acesso em: 07 jan. 2017.