

CONTROLE QUÍMICO

Efeito de Iscas Tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)RAFAEL BORGES¹, RUBEN MACHOTA JR.², MARI I.C. BOFF¹, MARCOS BOTTON³¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC-CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC, Brasil. E-mail: rborges1977@hotmail.com.br; a2micb@cav.udesc.br²Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Departamento de Fitossanidade, CP 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: ruben_soad@yahoo.com.br³Embrapa Uva e Vinho, CP 130, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, Brasil. E-mail: marcos.botton@embrapa.br*BioAssay: 10:3 (2015)*Effect of Toxic Baits on *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)

ABSTRACT - An alternative to population suppression of South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) is the use of toxic baits. This study evaluated in laboratory the ingestion effects of toxic bait formulations on adults of *A. fraterculus* and the rainfall effects on toxic baits persistence. The formulations tested were: a) ANAMED[®] (SPLAT[®] 40.00% + proprietary lure 24.20% + spinosad 0.1%) b) Success[®] 0.02 CB - (lure + spinosad 0.02%) c) hydrolyzed protein (Biofruit[®] 3%) + Malathion 1000 CE (0.15%) and d) Control - distilled water. The mortality for the formulations containing spinosad (ANAMED[®] and Success[®] 0.02 CB) was equivalent to Biofruit[®] + malathion 16 hours after treatment (HAT). In the absence of rain, the three formulations were effective (mortality higher than 90%) until 21 days after treatment (DAT). ANAMED[®] and Success[®] 0.02 CB formulations provided high mortality (60.0 and 64.0%, respectively) up to 28 DAT. On rainfall tests (20 and 50 mm) ANAMED[®] showed 69.2 and 41.0% mortality, respectively, differing from the other formulations. The toxic bait Biofruit + Malathion presented the lowest value of LT₅₀ (median lethal time) with 8.71 hours, followed by ANAMED[®] and Success[®] 0.02 CB with 11.78 and 12.61 hours, respectively. Success[®] 0.02 CB and ANAMED[®] + spinosad showed high efficacy for control of *A. fraterculus* adults in rainless conditions. ANAMED[®] was more effective than Success[®] 0.02 CB and Biofruit + Malathion formulations, after simulated rainfalls of 20 and 50 mm.

KEYWORDS - chemical control, insecticide formulation, ingestion, spinosad.

RESUMO - Uma alternativa para a supressão populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é o emprego de iscas tóxicas. Nesse estudo, foi avaliado em laboratório o efeito de ingestão de formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *A. fraterculus* bem como o efeito da precipitação pluvial sobre a eficiência das iscas. As formulações avaliadas foram: a) ANAMED[®] (SPLAT[®] 40,00% + atrativo 24,20% + espinosade 0,10%); b) Success[®] 0,02 CB[®] - (atrativos + espinosade 0,02%); c) proteína hidrolisada (Biofruit[®] 3%) + Malathion 1000 CE (0,15%) e d) Testemunha - água destilada. A mortalidade proporcionada pelas formulações contendo espinosade (ANAMED[®] e Success[®] 0,02 CB[®]) foi equivalente à formulação Biofruit[®] + Malathion 16 horas após a aplicação dos tratamentos (HAT). Na ausência de chuva, as três formulações foram eficazes (mortalidade superior a 90%) até 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). As formulações ANAMED[®] + espinosade e Success[®] 0,02 CB[®] promoveram elevada mortalidade (60,0 e 64,0%, respectivamente) até 28 DAT. Com chuva simulada de 20 e 50 mm, a mortalidade promovida pela formulação ANAMED[®] foi de 69,2 e 41,0%, respectivamente, diferindo das demais formulações. A isca tóxica Biofruit[®] + Malathion apresentou o menor

TL₅₀ (tempo letal médio) com 8,71 horas, seguida de ANAMED[®] e Success[®] 0,02 CB[®] com 11,78 e 12,61 horas, respectivamente. As formulações Success[®] 0,02 CB[®] e ANAMED[®] + espinosade apresentaram alta eficiência no controle de adultos de *A. fraterculus* na ausência de chuva. Sob lâminas de 20 e 50 mm de chuva simulada, ANAMED[®] apresenta maior eficiência no controle de adultos de *A. fraterculus* que as formulações Success[®] 0,02 CB[®] e Biofruit[®] + Malathion.

PALAVRAS-CHAVE – controle químico, formulação inseticida, ingestão, espinosade.

Anastrepha fraterculus (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é a principal praga das frutíferas de clima temperado e da videira na Região Sul do Brasil (Kovaleski & Ribeiro 2002, Nava & Botton 2010, Teixeira *et al.* 2010, Machota Junior *et al.* 2013). Uma opção para a supressão populacional da espécie é o emprego de iscas tóxicas (Raga & Sato 2005, Zart *et al.* 2009, Härter *et al.* 2010, Nava & Botton 2010, Ribeiro 2010). Essa prática objetiva reduzir a infestação dos adultos que se deslocam para o interior dos pomares a partir de hospedeiros alternativos localizados próximo aos cultivos (Kovaleski *et al.* 1999). As iscas tóxicas são formuladas nas propriedades misturando proteína hidrolisada ou melaço de cana-de-açúcar com inseticidas, geralmente organofosforados (Härter *et al.* 2010). No entanto, a persistência das iscas tóxicas é reduzida quando exposta a fatores ambientais, como umidade e radiação solar, em períodos de quatro até sete dias (Raga 2005), gerando a necessidade de reaplicações após as chuvas. Esse é um dos fatores limitantes à adoção generalizada das iscas tóxicas pelos fruticultores.

Dois fatores principais devem ser considerados na escolha dos atrativos para formulação de iscas tóxicas: a capacidade atrativa, favorecendo a aproximação do inseto à isca, e o efeito fagoestimulante ou resposta alimentar (Vargas *et al.* 2002, Pelz *et al.* 2005), incrementando o consumo da isca que resulta na intoxicação dos indivíduos. Desta forma, a avaliação da resposta alimentar por meio de bioensaios de ingestão é fundamental para conhecer o efeito de formulações que contêm inseticidas com baixa ação de contato e fumigação.

Vargas *et al.* (2002) salientam que para o manejo de moscas-das-frutas deve-se empregar proteínas e ingredientes letais seletivos, com destaque para a floxina B e o espinosade, evitando inseticidas de amplo espectro como os organofosforados e piretróides. O espinosade é o principal inseticida substituto à malationa, molécula amplamente empregada nas formulações de iscas tóxicas para o controle de moscas-das-frutas (Ruiz *et al.* 2007). Os autores destacam que o espinosade é eficiente e apresenta baixa persistência no ambiente com reduzido risco de intoxicação a vertebrados (Thompson *et al.* 2000), sendo ativo para o controle de mosca-das-frutas em baixas doses de aplicação (Stark *et al.* 2004). Além disso, a evolução dos casos de resistência de moscas-das-frutas aos organofosforados, a exemplo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Espanha (Magaña *et al.* 2007) ressaltam a necessidade de obtenção de informações sobre novos compostos e formulações.

A primeira formulação de isca tóxica contendo espinosade comercializada no Brasil foi o Success[®] 0,02 CB[®], conhecido

internacionalmente como GF-120 NF (Prokopy *et al.* 2004). Trabalhos de pesquisa conduzidos por Flores *et al.* (2011) para o controle de *Anastrepha ludens* (Loew), *A. serpentina* (Wiedemann) e *A. obliqua* (Macquart), além dos conduzidos por Raga & Sato (2005) para *A. fraterculus* e *C. capitata*, indicam que a formulação é eficaz no manejo dessas espécies. Assim como as iscas tóxicas formuladas pelos produtores utilizando proteína hidrolisada e melaço de cana-de-açúcar, o Success[®] 0,02 CB[®] requer aplicações semanais com reaplicação logo após a ocorrência de chuvas (Revis *et al.* 2004; Raga 2005).

Um novo atrativo alimentar (ANAMED[®]) para ser empregado em iscas tóxicas foi desenvolvido pela Isca Tecnologias Ltda. (<http://www.isca.com.br/>) para o controle de *A. fraterculus*. O ANAMED[®] contém o liberador SPLAT[®] (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) (Mafra-Neto *et al.* 2007) associado a atrativos identificados pela Empresa, sendo adicionado um agente letal a formulação. Em comparação com as demais formulações disponíveis no mercado, a tecnologia apresenta a vantagem de proporcionar uma liberação contínua desses compostos, protegendo-os da ação de fatores ambientais como radiação solar e chuva.

Nesse trabalho, foi avaliado o efeito de ingestão da formulação ANAMED[®] contendo o inseticida espinosade como agente letal comparando-a com o Success[®] 0,02 CB[®] e a proteína hidrolisada + malationa sobre adultos de *A. fraterculus* determinando-se a atividade biológica das diferentes formulações ao longo do tempo na presença e ausência de chuva.

Material e Métodos

1. Avaliação do efeito da ingestão de diferentes formulações de iscas tóxicas sobre adultos de *A. fraterculus* e determinação do tempo letal médio (TL₅₀). Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, RS. Os adultos de *A. fraterculus* utilizados nos experimentos foram provenientes da criação de laboratório, que utiliza mamão papaia (*Carica papaya* L.) como substrato de oviposição e desenvolvimento larval (Machota Junior *et al.* 2010), em sala climatizada com temperatura de 24±2 °C, umidade relativa do ar de 75±15% e fotofase de 12 horas.

Os seguintes tratamentos foram avaliados: a) ANAMED[®] (Isca Tecnologias Ltda., Ijuí, RS, Brasil) - contendo SPLAT[®] 40,00% + atrativo 24,20% + espinosade 0,10%; b) Success[®] 0,02 CB[®] - espinosade 0,02% (Dow AgroSciences Industrial Ltda., São Paulo, SP, Brasil) - c) proteína hidrolisada

Biofruit® (BioControle – Métodos de Controle de Pragas Ltda., Indaiatuba, SP) a 3% como atrativo alimentar + inseticida Malathion 1000 CE (Cheminova Brasil Ltda., São Paulo, SP) e d) Testemunha – água destilada. Para cada tratamento foram utilizadas oito repetições compostas por dois casais de moscas-das-frutas com dez dias de idade.

O ANAMED® + espinosade foi formulado pela Isca Tecnologias Ltda., utilizado sem diluição. O Success® 0,02 CB® foi diluído na proporção 1:1,5 (produto:água destilada) e a isca tóxica Biofruit® (3%) + Malathion 1000 CE (0,15% de produto comercial) foi preparada em um litro de água destilada. Como substrato de deposição das iscas tóxicas foram utilizados discos foliares de citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) da cultivar ‘Valência’ com 3,0 cm de diâmetro. Para a aplicação das iscas tóxicas foram utilizadas seringas plásticas de 5 mL, formando uma deposição de aproximadamente 4,0 mm de diâmetro por ponto.

Após a aplicação dos tratamentos, os discos foliares permaneceram à sombra (temperatura de 24 ± 2 °C) por três horas. Após este período, os discos foliares contendo as iscas tóxicas foram disponibilizados aos adultos de *A. fraterculus* no interior das gaiolas confeccionadas com recipientes plásticos transparentes (500 mL) perfurados no fundo e cobertos com tecido tipo *voile* fixado com atilho de borracha para permitir aeração no interior dos mesmos e evitar a fuga dos insetos. As gaiolas foram mantidas com a abertura voltada para baixo, sobre uma superfície de papel filtro de 12,0 cm de diâmetro. Cada unidade experimental foi constituída por uma gaiola contendo alimento (proteína de soja, gérmen de

trigo e açúcar mascavo na proporção de 3:1:1), água, quatro adultos de *A. fraterculus* (dois machos e duas fêmeas) e o tratamento a ser avaliado (Fig. 1).

A mortalidade de insetos foi avaliada 4, 10, 16, 24, 48, 72 e 96 HAT (horas após a aplicação dos tratamentos). Os dados de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener 1981) para mortalidade de populações uniformes. Para o cálculo da TL_{50} e TL_{99} , os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit utilizando o programa POLO-PC (Leora Software 1987). A partir da curva de concentração resposta foram estimados os tempos letais, com os respectivos intervalos de confiança (IC 95%) e os valores do coeficiente angular. Os tratamentos foram comparados entre si por meio do tempo letal médio calculado e os intervalos de confiança obtidos em cada formulação de isca tóxica.

2. Persistência de iscas tóxicas para o controle de *A. fraterculus* com e sem chuva simulada. As iscas tóxicas foram aplicadas sobre folhas de mudas de citros de aproximadamente 1 m de altura, cultivadas em vasos no interior de casa-de-vegetação da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, seguindo a mesma metodologia do experimento de mortalidade de *A. fraterculus* em laboratório com aplicação de cada tratamento em quatro plantas. Passados 1, 7, 14, 21, 28 e 35 DAT (dias após a aplicação dos tratamentos), folhas contendo as iscas foram transportadas ao laboratório, seccionando-se o ponto de aplicação com auxílio de um furador de rolha com diâmetro de 30 mm. Os discos contendo a isca tóxica foram fornecidos aos adultos seguindo a mesma metodologia descrita no ensaio de mortalidade (Item 1).

No ensaio de chuva simulada foi utilizada a mesma metodologia de aplicação dos ensaios anteriores (Itens 1 e 2). O simulador de chuva utilizado foi o modelo proposto e aperfeiçoado por Meyer & Harmon (1979), construído pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS. O simulador constituiu-se de uma armação quadrada apoiada em quatro hastes reguláveis mantendo o bico de pulverização modelo Veejet 80100 a uma altura de 3 m do solo. Utilizando energia elétrica para seu funcionamento, o aparelho fez com que o bico de pulverização oscilasse entre 38 e 40 vezes por minuto cobrindo uma área de 2×2 m (4 m^2). Dentro desta área foram colocadas as plantas para receberem as diferentes lâminas de água. A pressão utilizada para impulsão da água até o bico pulverizador



Figura 1. Gaiolas utilizadas nos experimentos de ingestão de iscas tóxicas sobre adultos de *Anastrepha fraterculus* em laboratório ($T 24 \pm 2$ °C, UR $75 \pm 15\%$ e fotofase 12 h). Cada unidade experimental constitui-se por uma gaiola (copo plástico de 500 mL) contendo dieta sólida, água, quatro adultos de *A. fraterculus* (dois machos e duas fêmeas) e o tratamento a ser avaliado depositado sobre um disco foliar de 3 cm de diâmetro. Foto: Ruben Machota Jr.

Tabela 1. Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) e mortalidade corrigida (M%) de adultos de *A. fraterculus* as 4, 10, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação dos tratamentos (HAT) em laboratório. Temperatura de 24 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamentos	4 HAT	10 HAT	16 HAT	24 HAT	48 HAT	72 HAT	96 HAT
	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP	N $\pm$ EP
ANAMED®	0,9 $\pm$ 0,14 Abc ¹	1,4 $\pm$ 0,20 ABbc	2,0 $\pm$ 0,22 Ab	3,3 $\pm$ 0,29 Aa	3,7 $\pm$ 0,29 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa
Success® 0,02 CB®	0,6 $\pm$ 0,20 BCc	0,7 $\pm$ 0,18 BCc	2,3 $\pm$ 0,18 Ab	3,6 $\pm$ 0,20 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa
Biofruit® 3% + Malathion 0,15%	1,2 $\pm$ 0,18 Ad	2,1 $\pm$ 0,32 Acd	2,7 $\pm$ 0,29 Abc	2,7 $\pm$ 0,29 Abc	3,6 $\pm$ 0,20 Aab	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa
Testemunha (água)	0,0 $\pm$ 0,00 Ca	0,0 $\pm$ 0,00 Ca	0,1 $\pm$ 0,14 Ba	0,4 $\pm$ 0,20 Ba	0,4 $\pm$ 0,20 Ba	0,4 $\pm$ 0,20 Ba	0,4 $\pm$ 0,20 Ba
	M(%)	M(%)	M(%)	M(%)	M(%)	M(%)	M(%)
ANAMED®	21,5	35,7	48,2	80,1	91,9	100,0	100,0
Success® 0,02 CB®	14,2	18,0	55,7	87,9	100,0	100,0	100,0
Biofruit® 3% + Malathion 0,15%	32,2	53,5	66,6	66,6	87,9	100,0	100,0
Testemunha (água)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). N = Número médio de insetos mortos; EP = Erro padrão da média; M(%) = mortalidade corrigida por Schneider-Orelli (1981).

Tabela 2. Tempo letal médio (TL₅₀) e (TL₉₉) de iscas tóxicas para controle de *A. fraterculus* em laboratório. Temperatura de 24 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamentos	TL ₅₀ (IC 95%)	TL ₉₉ (IC 95%)	Coefficiente angular ($\pm$ Desvio Padrão)	χ^2
ANAMED®	11,78 (7,18-17,08)	113,00 (56,03-648,70)	0,894 ($\pm$ 1,306)	5,43 ^{1,2}
Success® 0,02 CB®	12,61 (7,83-18,64)	62,04 (34,33-348,21)	0,921 ($\pm$ 1,553)	12,38 ^{1,2}
Biofruit® + Malationa	8,71 (5,64-11,77)	191,49 (96,74-712,20)	0,747 ($\pm$ 0,209)	3,51 ^{1,2}

¹não significativo pelo teste do Qui-quadrado, a 5% de probabilidade do erro; ²GL= 4.

foi controlada pela rotação da motobomba e registro hidráulico acoplado à mangueira de alimentação. Com o sistema instalado e calibrado, deu-se início à aplicação dos tratamentos que se constituíram de duas lâminas de chuva (20 e 50 mm) aplicadas por um período de 24 e 60 minutos, respectivamente, correspondendo a uma intensidade de precipitação fixa de 50 mm.h⁻¹. Após a aplicação dos tratamentos, as quatro plantas de cada tratamento foram mantidas por uma hora em condição ambiente (temperatura 27 ± 2 °C) para a secagem da superfície foliar. Em seguida, 10 folhas por planta foram coletadas e transportadas ao Laboratório de Entomologia, recortadas em dois discos foliares e estes depositados individualmente no fundo das gaiolas para a avaliação da mortalidade causada aos adultos de *A. fraterculus* conforme descrito no item 1.

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos de laboratório foi o inteiramente casualizado com oito repetições, onde cada unidade experimental composta por quatro insetos (dois machos e duas fêmeas) com dez dias de idade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando-se o Software

Estat (ESTAT, 1994) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

1. Efeito de iscas tóxicas sobre adultos de *A. fraterculus* e determinação do tempo letal médio (TL₅₀). Até 10 HAT, a isca tóxica formulada com Biofruit® + Malathion provocou maior mortalidade do que o Success® 0,02 CB® e o ANAMED® associado a espinosade, evidenciando o maior efeito de choque do inseticida organofosforado quando comparado ao espinosade (Tabela 1). A partir de 16 HAT, o efeito das iscas tóxicas avaliadas foi semelhante até o final das avaliações, obtendo-se uma mortalidade final de 100% decorridas 72 HAT.

Considerando os tempos letais, embora a isca tóxica Biofruit® + Malathion tenha apresentado um menor valor de TL₅₀ (8,71 h) e um maior valor de TL₉₉ (191,49 h) que as formulações contendo espinosade (Tabela 2), não foram

observadas diferenças significativas entre os tratamentos em função da sobreposição dos respectivos intervalos de confiança.

A mortalidade dos adultos de *A. fraterculus* expostas à isca tóxica Success* 0,02 CB® seguiu a tendência exponencial (Fig. 2), explicada pelo mecanismo de ação do espinosade que atua principalmente por ingestão (Salgado 1998). Em função da necessidade de ingestão do espinosade é comum ocorrer uma menor mortalidade inicial (Vontas *et al.* 2011) e um aumento gradual da mortalidade com o passar do tempo e a consequente ingestão do inseticida. Com base nos valores finais de mortalidade obtidos no bioensaio de laboratório, verificou-se que as três formulações foram equivalentes. A mortalidade proporcionada pelas iscas tóxicas formuladas com o inseticida espinosade foi igual à isca tóxica formulada com malationa ao final das avaliações.

2. Persistência de iscas tóxicas para o controle de *A. fraterculus* com e sem chuva simulada. Na avaliação da persistência das iscas tóxicas na ausência de chuva, não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre formulações avaliadas no período de 1, 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) registrando-se uma equivalência nas três formulações até esse período (Tabela 3). No entanto, a mortalidade obtida ao final do primeiro dia (24 HAT) foi maior do que no primeiro experimento (Tabela 1). Principalmente nos primeiros dias após a aplicação dos tratamentos ocorreram temperaturas elevadas (média $> 32^{\circ}\text{C}$ durante o período entre 11 e 17 horas) no interior da casa de vegetação. Esta exposição das formulações às temperaturas mais elevadas quando comparada ao experimento em laboratório ($24 \pm 2^{\circ}\text{C}$) pode ter proporcionado um aumento na liberação de voláteis presentes nas iscas tóxicas, resultando em maior atratividade destas e consequente aumento da mortalidade. Aos 28 e 35 DAT, os tratamentos Success* 0,02 CB® e ANAMED® proporcionaram maior mortalidade que o Biofruit® + Malathion. Com base nesse experimento, verificou-se que na ausência de chuva, as três formulações foram eficazes por até 21 dias, porém, a partir desse período, registrou-se uma maior persistência das iscas formuladas com espinosade quando comparadas à mistura de proteína hidrolisada + malationa.

No experimento com chuva simulada, tanto para lâminas de 20 como 50 mm, a isca tóxica formulada com ANAMED® proporcionou maior mortalidade que as demais nas avaliações realizadas 48 e 72 HAT (Tabela 4). A baixa eficácia da isca Success* 0,02 CB® no controle de *A. fraterculus* após chuva já foi relatada por diversos autores (Prokopy *et al.* 2003, Revis *et al.* 2004, Raga 2005, Teixeira *et al.* 2009). Passadas 72 HAT, com 20 e 50 mm de chuva o ANAMED® manteve 69,2% e 41,0% de mortalidade, respectivamente (Tabela 4), sendo superior aos demais tratamentos que apresentaram reduzida mortalidade. Nesse caso, o efeito da chuva sobre as iscas tóxicas Success* 0,02 CB® e Biofruit® + Malathion foi mais intenso do que da radiação para redução da eficiência das formulações. De acordo com Raga (2005), uma das principais restrições ao emprego da isca tóxica está relacionado com a baixa persistência das formulações após a ocorrência de chuvas (mesmo próximas

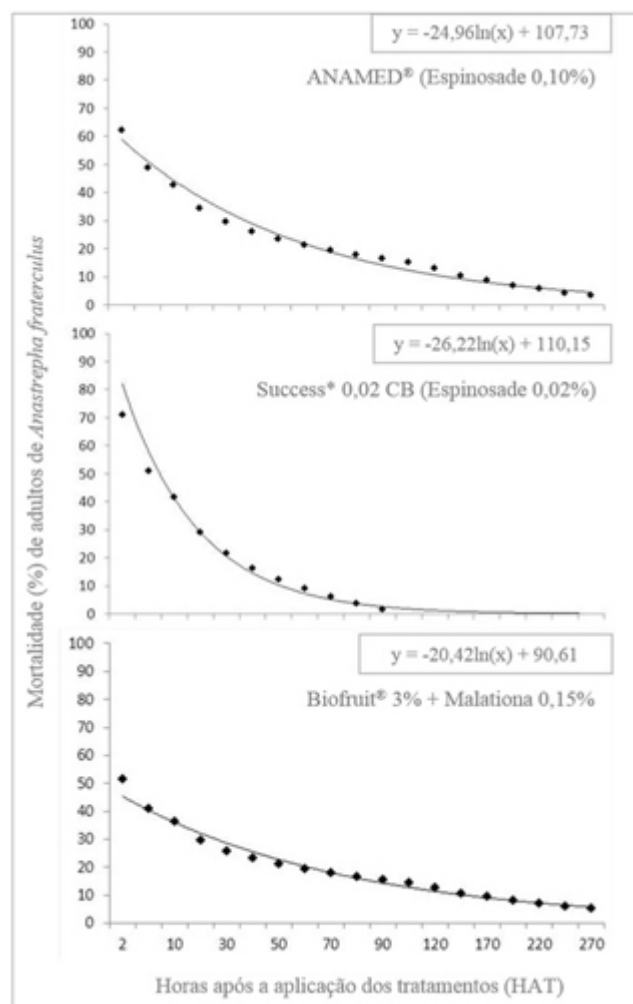


Figura 2. Sobrevivência (%) de adultos de *Anastrepha fraterculus* após o fornecimento das diferentes iscas tóxicas (em horas) na ausência de precipitação pluviométrica. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

a 5 mm), sendo necessária a reaplicação dos tratamentos. Segundo Mafra-Neto *et al.* (2013), no caso do ANAMED®, a presença de ceras na composição do SPLAT® confere maior resistência à remoção pela chuva, sendo este um fator de elevada importância, especialmente na Região Sul do Brasil, caracterizada por um intenso regime pluviométrico com totais anuais próximos aos 2000 mm (Reboita *et al.* 2010). Nessas condições, a presença de componentes que conferem à esta formulação de isca tóxica uma maior resistência à ação da chuva permite a redução do número de aplicações ao longo da safra (Botton *et al.* 2012).

As três formulações de iscas tóxicas avaliadas nesse estudo foram eficazes e equivalentes quanto a mortalidade de adultos de *A. fraterculus* via ingestão em laboratório proporcionando uma mortalidade equivalente até 21 dias na ausência de chuva. No entanto, sob chuva simulada, ANAMED® + espinosade proporcionou uma mortalidade

Tabela 3. Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) e mortalidade corrigida ($M\%$) de adultos de *A. fraterculus*, 1, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) em casa de vegetação e avaliação em laboratório. Temperatura de 24 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamentos	1 DAT		7 DAT		14 DAT	
	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)
ANAMED®	4,0 $\pm$ 0,00 Aa ¹	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0
Success* 0,02 CB®	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0
Biofruit® + Malationa	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0
Testemunha (água)	0,7 $\pm$ 0,18 Ba	0,0	0,4 $\pm$ 0,20 Ba	0,0	0,6 $\pm$ 0,20 Ba	0,0
	21 DAT		28 DAT		35 DAT	
	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)
ANAMED®	4,0 $\pm$ 0,00 Aa	100,0	2,6 $\pm$ 0,20 ABb	60,0	1,3 $\pm$ 0,18 ABc	29,6
Success* 0,02 CB®	3,7 $\pm$ 0,18 Aa	91,7	2,7 $\pm$ 0,29 Ab	64,0	2,0 $\pm$ 0,31 Ab	48,1
Biofruit® + Malationa	3,7 $\pm$ 0,18 Aa	91,7	1,9 $\pm$ 0,14 Bb	40,0	0,6 $\pm$ 0,20 BCc	11,1
Testemunha (água)	0,6 $\pm$ 0,20 Ba	0,0	0,4 $\pm$ 0,20 Ca	0,0	0,1 $\pm$ 0,14 Ca	0,0

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$). N = Número médio de insetos mortos; EP = Erro padrão da média; M(%) = mortalidade corrigida por Schneider-Orelli (1981).

Tabela 4. Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) e mortalidade corrigida ($M\%$) de adultos de *A. fraterculus*, 24, 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos (HAT) consistindo em chuvas simuladas de 20 e 50 mm. Temperatura de 24 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamentos	24 HAT		48 HAT		72 HAT	
	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)	N $\pm$ EP	M(%)
20 mm						
ANAMED®	0,8 $\pm$ 0,14 Ab ¹	20,0	2,6 $\pm$ 0,15 Aa	63,3	2,8 $\pm$ 0,17 Aa	69,2
Success* 0,02 CB®	0,5 $\pm$ 0,11 ABb	12,5	1,2 $\pm$ 0,16 Ba	29,1	1,4 $\pm$ 0,11 Ba	33,3
Biofruit® + Malationa	0,4 $\pm$ 0,11 Bb	10,0	0,6 $\pm$ 0,11 Ca	12,7	0,6 $\pm$ 0,11 Ca	14,1
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 Ca	0,0	0,1 $\pm$ 0,05 Da	0,0	0,1 $\pm$ 0,07 Da	0,0
50 mm						
ANAMED®	0,6 $\pm$ 0,14 Ab	16,3	1,4 $\pm$ 0,15 Aa	34,2	1,7 $\pm$ 0,17 Aa	41,0
Success* 0,02 CB®	0,1 $\pm$ 0,11 Ba	1,3	0,3 $\pm$ 0,16 Ba	6,3	0,3 $\pm$ 0,11 Ba	5,1
Biofruit® + Malationa	0,1 $\pm$ 0,11 Ba	1,3	0,1 $\pm$ 0,11 Ba	1,3	0,2 $\pm$ 0,11 Ba	1,3
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 Ba	0,0	0,2 $\pm$ 0,05 Ba	0,0	0,1 $\pm$ 0,07 Ba	0,0

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). N = Número médio de insetos mortos; EP = Erro padrão da média; M(%) = Mortalidade corrigida por Schneider-Orelli (1981).

de adultos de *A. fraterculus* próxima a 50%, diferindo das formulações Success* 0,02 CB® e Biofruit® 3% + Malathion 0,15%, equivalentes a testemunha. O emprego de iscas tóxicas contendo espinosade como agente letal mostra-se uma alternativa para a supressão populacional de *A. fraterculus* em substituição à malationa enquanto que a formulação ANAMED® é a mais adequada para emprego em situações com maior precipitação pluvial.

Conclusões

As formulações ANAMED® e Success* 0,02 CB® contendo o inseticida espinosade são eficientes no controle de adultos de *A. fraterculus* e na ausência de chuva são equivalentes à isca tóxica formulada com proteína hidrolisada Biofruit® a 3% + Malathion 0,15%. Com precipitação pluvial entre 20 e 50 mm a formulação de isca tóxica ANAMED® contendo espinosade (0,1%) causa mortalidade significativa de adultos de *A. fraterculus*.

Literatura Citada

- Botton, M., R. Machota Jr., D.E. Nava & C.J. Arioli. 2012. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) na fruticultura de clima temperado. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012.
- Estat. 1994. Sistema para análises estatísticas (versão 2.0). Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.
- Flores, S., L.E. Gomez & P. Montoya. 2011. Residual control and lethal concentrations of GF-120 (Spinosad) for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 104:1885-1891.
- Härter, W.R., A.D. Grützmacher, D.E. Nava, R. da S. Gonçalves, R.S. & M. Botton. 2010. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-das-frutas sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. Pesq. Agrop. Bras. 45:229-235.
- Kovaleski, A. & L.G. Ribeiro. 2002. Manejo de pragas na produção integrada de maçãs. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 7p. (Circular Técnica, 34).
- Kovaleski, A., R.L. Sugayama & A. Malavasi. 1999. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. Entomol. Exp. Appl. 91:459-465.
- Leora Software. 1987. POLO-PC: a user's guide to Probit or Logit analysis. Berkeley, 20p.
- Machota Junior, R., L.C. Bortoli, A. Tolotti & M. Botton. 2010. Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).
- Machota Junior, R., R. Formolo, D. Bernardi, M. Botton & L. Rufato. 2013. Effect of insecticides on *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in 'Italy' table grape under plastic cover. Investig. Agrar. 15(2):113-120.
- Mafra-Neto, A., M. Botton & R. Borges. 2013. Os desafios para o controle da mosca sul-americana. Agapomi. 228:10-11.
- Mafra-Neto, A., C.J. Arioli, C.J. & R. Borges. 2007. Feromônios. Caderno Técnico Cultivar Hortaliças e Frutas. Pelotas: Grupo Cultivar de Publicações, 7p.
- Magaña, C., P. Hernández-Crespo, F. Ortego & P. Castañera. 2007. Resistance to malathion in field populations of *Ceratitis capitata*. J. Econ. Entomol. 100:1836-1843.
- Meyer, L.D. & W.C. Harmon. 1979. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. Trans. ASAE. 22:100-103.
- Nava, D.E. & M. Botton. 2010. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 28p. (Documentos, 315).
- Pelz, K.S., R. Isaacs, J.C. Wise & L.J. Gut. 2005. Protection of fruit against infestation by apple maggot and blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) using compounds containing spinosad. J. Econ. Entomol. 98:432-437.
- Prokopy, R.J., N.W. Miller, J.C. Piñero, J.D. Barry, L.C. Tran, L. Orde & R.I. Vargas. 2003. Effectiveness of GF-120 fruit fly bait spray applied to border area plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 96(5):1485-1493.
- Prokopy, R.J., N.W. Miller, J.C. Piñero, L. Orde, N. Chaney, H. Revis & R.I. Vargas. 2004. How effective is GF-120 fruit fly bait spray applied to border area sorghum plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae)? Fla. Entomol. 87(3):354-360.
- Püntener, W. 1981. Manual for field trials in plant protection. Second edition. Agricultural Division, Basle: Ciba-Geigy Limited, 205p.
- Raga, A. 2005. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura Paulista. Laranja. 26:307-322.
- Raga, A. & M.E. Sato. 2005. Effect of spinosad bait against *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in laboratory. Neotrop. Entomol. 34:815-822.
- Reboita, M.S., M.A. Gan, R.P. da Rocha & T. Ambrizzi. 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Rev. Bras. Meteorol. 25(2): 185-204.
- Revis, H.C., N.W. Miller & R.I. Vargas. 2004. Effects of aging and dilution on attraction and toxicity of GF-120 fruit fly bait spray for melon fly control in Hawaii. J. Econ. Entomol. 97:1659-166.
- Ribeiro, L.G. 2010. Manejo das principais pragas da macieira no Brasil. Agrop. Catarin. 23:149-157.
- Ruiz, L., F. Flores, J. Cancino, J. Arredondo, J. Valle, F. Díaz-Fleischer & T. Williams. 2007. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). Biol. Control. 44:296-304.
- Salgado, V.L. 1998. Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiological correlates. Pest. Biochem. Physiol. 60:91-102.
- Stark, J.D., R.I. Vargas. & N. Miller. 2004. Toxicity of spinosad in protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). J. Econ. Entomol. 97:911-915.
- Teixeira, L.A.F., J.C. Wise, L.J. Gut & R. Isaacs. 2009. Paraffin wax emulsion for increased rainfastness of insecticidal bait to control *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 102(3):1108-1115.

- Teixeira, R., L.G. Ribeiro, M.I.C. Boff, P. Boff & O.Z. Zanardi. 2010. Atratividade de iscas alimentares comerciais para mosca-das-frutas em pomares de macieira. *Agrop. Catarin.* 23:84-88.
- Thompson, G.D., R. Dutton & T.C. Sparks. 2000. Spinosad – a case study: an example from a natural products discovery programme. *Pest Manag. Sci.* 56:696-707.
- Vargas, R.I., N.W. Miller & R.J. Prokopy. 2002. Attraction and feeding responses of Mediterranean fruit fly and a natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxine B and spinosad. *Entomol. Exp. Appl.* 102:273-282.
- Vontas, J., P. Hernández-Crespo, J.T. Margaritopoulos, F. Ortego, H. Feng, K.D. Mathiopoulos & J. Hsu. 2011. Insecticide resistance in Tephritid flies. *Pest. Biochem. Physiol.* 100:199-205.
- Zart, M., O.A. Fernandes, M. Botton. 2009. Bioecologia e controle de moscas-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 8p. (Circular Técnica, 81).

Available online: www.bioassay.org.br/ojs/index.php/bioassay/article/view/134