

Efeito de inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em uva de mesa 'Itália' sob cultivo protegido

Effect of insecticides on *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in 'Italy' table grape under plastic cover

Ruben Machota Junior^{1*}, Rodrigo Formolo², Daniel Bernardi³, Marcos Botton⁴ e Leo Rufato⁵

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil.

² Mestre em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, UDESC/CAV. Lages, SC, Brasil.

³ Doutorando do Programa de Entomologia e Acarologia Agrícola. Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

⁴ Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, RS, Brasil.

⁵ Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias. Lages, SC, Brasil.

*Autor para correspondência (ruben_soad@yahoo.com.br).

Recibido: 04/11/2013; Aceptado: 18/11/2013.

RESUMO

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied.) é o principal inseto-praga que danifica as bagas de uvas de mesa (*Vitis vinifera* L.) na Região Sul do Brasil. Extratos de plantas com propriedades inseticidas são alternativas para o manejo da espécie na cultura, porém, poucas informações estão disponíveis sobre a eficácia dos compostos ofertados no mercado. Neste trabalho, foi avaliado o efeito de uma formulação comercial de inseticida a base de rotenona e nim (RN) sobre adultos e larvas de *A. fraterculus* em laboratório e campo, comparado ao inseticida fentiona e uma testemunha (água destilada). Em laboratório, o inseticida RN a base de rotenona e nim foi equivalente a fentiona quando os adultos de *A. fraterculus* foram expostos via contato e ingestão por 72 horas. No entanto, o inseticida não apresentou efeito (mortalidade de 20%) sobre larvas de *A. fraterculus* no interior de bagas de uva da cv. 'Itália' quando comparado com o inseticida fentiona (100% de mortalidade). Em vinhedo comercial, o inseticida RN a base de rotenona e nim proporcionou um controle de aproximadamente 40%, sendo inferior a fentiona (100% de controle). Os dois inseticidas não impediram a oviposição de *A. fraterculus* nas bagas. Conclui-se que, o inseticida RN a base de rotenona e nim apresenta efeito sobre adultos de *A. fraterculus* não apresentando controle das larvas em uvas da cv. 'Itália'.

Palavras-chave: *Anastrepha fraterculus*, fentiona, moscas-das-frutas, rotenona, uva fina de mesa.

ABSTRACT

The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied.) is the main insect pest who causes damage on table grape (*Vitis vinifera* L.) in the South Region of Brazil. Plant extracts with insecticidal properties are an alternative to manage this specie on the culture, however, there are few information about your efficacy. On this study, we evaluated the effect of a commercial formulation based on rotenone and neem over *A. fraterculus* adults and larvae in the laboratory and field, compared with fenthion insecticide and a control (distilled water). In the laboratory, the commercial formulation based rotenone neem was similar to fenthion when *A. fraterculus* adults exposed via direct contact and ingestion 72 hours after treatment. However, this insecticide did not show effect (20% mortality) on *A. fraterculus* larvae inside 'Italia' grape berries when compared with fenthion insecticide (100% mortality). In a commercial vineyard, commercial formulation based on rotenone and neem provided mortality around 40%, lower than fenthion (100% mortality). Both insecticides did not prevent the *A. fraterculus* oviposition on berries. We conclude that commercial formulation based on rotenone and neem insecticide is efficient on adults of *A. fraterculus* but not provide larval mortality inside 'Italia' table grape.

Key words: *Anastrepha fraterculus*, fenthion, fruit flies, rotenone, table grapes.

INTRODUÇÃO

A produção de uva de mesa é uma atividade recente na Região Sul do Brasil, sendo desenvolvida principalmente sob cultivo protegido (Chavarria e Santos 2009, Formolo et al. 2011), mantendo as fileiras de plantas cobertas com lonas plásticas trançadas de polipropileno transparente, impermeabilizadas e de baixa densidade (160 µm de espessura), com largura média de 2,60 metros. A principal vantagem da utilização da cobertura plástica é a redução da aplicação de produtos químicos (Chavarria et al. 2007b). Embora eficaz no controle de doenças (míldio e podridões de cachos), a cobertura plástica não impede os danos causados pela mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) a qual é considerada uma das principais pragas da cultura (Formolo et al. 2011) causando danos tanto pelas fêmeas que perfuram os frutos para realizar a oviposição (puncturas), como pelas larvas, que consomem a polpa, formando galerias e provocando a queda prematura dos frutos (Zart et al. 2009). Além disso, os fermentos provocados pela oviposição das fêmeas ocasionam a queda prematura das bagas verdes, assim como podem facilitar a disseminação de fitopatógenos ampliando as perdas de produção (Machota Jr. et al. 2013).

A principal estratégia de controle de *A. fraterculus* na cultura da videira era a aplicação de inseticidas organofosforados, principalmente a fentiona. O inseticida apresentava como principal vantagem o efeito de contato, ingestão e principalmente, profundidade, controlando as larvas no interior das bagas. No entanto, o produto apresentava elevada toxicidade ao ambiente e seres humanos, baixa seletividade aos inimigos naturais de insetos-praga e prolongado período de carência (21 dias), levando a uma preocupação crescente sobre os efeitos dos resíduos do produto nos frutos (Botton et al. 2003, Scoz et al. 2004, Nondillo et al. 2007). Além disso, o emprego de agrotóxicos sob cobertura plástica, amplia o risco da presença de resíduos tóxicos nos frutos devido à ausência de lavagem dos produtos pela água da chuva e diminuição da fotodegradação dos compostos tóxicos (Chavarria et al. 2007a, Weber et al. 2009). Por estes motivos, o inseticida fentiona foi retirado do mercado brasileiro em 2011 (Agrofit 2013), fato similar ao ocorrido em outros países como a Austrália (Dominiak e Ekman 2013).

Uma alternativa ao uso do inseticida fentiona para o manejo de *A. fraterculus* na cultura da videira é o emprego de extratos de plantas, principalmente em sistemas orgânicos de produção. O inseticida a base de rotenona e nim* avaliado neste estudo é uma formulação comercial disponível no mercado brasileiro contendo uma mistura de compostos naturais com destaque para a

azadiractina, rotenona, piretrina, piperina, alicina, garlicina, trigonelina e saponinas, provenientes de extratos das plantas *Azadirachta indica* (nim), *Derris* sp. (timbó), *Chrysanthemum cinariaefolium* (crisântemo), *Piper nigrum* (pimenta-do-reino), *Allium sativum* (alho), *Mirabilis jalapa* (maravilha), *Alamanda nobilis* (alamanda) e *Melia azedarach* (cinamomo), sendo recomendado para uso na produção orgânica pela APAN – Associação dos Produtores de Agricultura Natural (APAN 2009). Estudos de laboratório, indicaram que este inseticida é tóxico para adultos de *A. fraterculus* (Efrom et al. 2011), no entanto, não existem informações sobre o efeito da formulação e a atividade biológica sobre larvas de *A. fraterculus* na cultura da videira.

Considerando a importância da *A. fraterculus* como praga da videira, a recente retirada da fentiona** do mercado e a reduzida disponibilidade de informações sobre extratos de plantas com propriedades inseticidas este trabalho foi realizado como objetivo de avaliar o efeito do inseticida a base de rotenona e nim sobre adultos e larvas de *A. fraterculus* em laboratório e parreiral comercial de uva fina de mesa.

MATERIAL E MÉTODOS

Os adultos da mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus* utilizados nos bioensaios foram criados em laboratório utilizando mamão-papaia (*Carica papaya* L.) como substrato de oviposição e desenvolvimento larval (Machota Jr. et al. 2010).

Todos os bioensaios foram conduzidos em laboratório (temperatura de 25±2°C, umidade relativa 70±10% e fotofase de 12 horas) e em parreiral comercial da cv. 'Itália' manejada sob cultivo protegido (cobertura plástica constituída de lonas plásticas trançadas de polietileno transparentes e impermeabilizadas com 160 µm de espessura e largura de 2,70 m). Os tratamentos avaliados foram: T1 = Rot-Nim® (600 mL de p.c. (produto comercial) 100L⁻¹ – Jales Indústria e Essências Ltda.); T2 = Lebaycid® 500 CE (100 mL de p.c. 100 L⁻¹ – Bayer CropScience Ltda.) e T3 = Testemunha (água).

Efeito de contato sobre adultos de *A. fraterculus* em laboratório

Para avaliar o efeito de ingestão dos produtos, quatro adultos (dois machos e duas fêmeas) de *A. fraterculus* com 21 dias de idade foram retirados das gaiolas de criação com auxílio de um tubo de ensaio (10 x 2 cm) e anestesiados com CO₂ por 20 segundos sendo colocados sobre placas de Petri (9 cm de diâmetro) e pulverizados

* Rot-Nim® – Jales Indústria e Essências Ltda.

** Lebaycid® 500 CE – Bayer CropScience Ltda.

com auxílio da Torre de Potter *Potter Precision Laboratory Spray Tower* (Burkard Scientific Uxbridge UK), aplicando um volume de 1 mL da calda inseticida por tratamento, numa pressão de trabalho de 10 lb/pol² ou 68,95 kPa, resultando numa deposição média de resíduo de 3,0 mg/cm². Após anestesiados e sofrerem a aplicação dos tratamentos, os insetos foram colocados em gaiolas confeccionadas com copos plásticos (300 mL), desprovidos de fundo e cobertos com tecido tipo *voile*, contendo um recipiente com água (2 mL) e alimentados com a dieta artificial (Machota Jr. et al. 2010). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 12 repetições por tratamento sendo cada repetição composta por quatro adultos (dois machos e duas fêmeas), totalizando 48 insetos por tratamento. Os insetos vivos e mortos foram registrados a cada 2 horas durante três dias (72 horas). Foram considerados mortos os insetos que não apresentavam reação ao toque de um pincel de ponta fina. A eficiência de controle de cada tratamento foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Efeito de ingestão sobre adultos de *A. fraterculus* em laboratório

Para avaliar o efeito de ingestão dos produtos, quatro adultos (dois machos e duas fêmeas) de *A. fraterculus* com 21 dias de idade foram transferidos para gaiolas confeccionadas com recipientes plásticos transparentes (300 mL) colocadas invertidas sobre placas de acrílico (12 x 12 cm). Posteriormente, os tratamentos foram fornecidos via capilaridade em algodão hidrófilo inserido em tubo de vidro (30 mL) contendo uma solução aquosa (água + inseticida + proteína hidrolisada 3% - BioAnastrepha[®], BioControle – Métodos de Controle de Pragas Ltda.). Para evitar o contato dos insetos com a solução, foi colocado uma tampa plástica (4 cm de diâmetro) com um furo ao centro no topo de cada vidro, de modo que apenas uma porção do algodão ficasse a disposição dos insetos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 12 repetições por tratamento, com cada repetição composta por quatro insetos (dois machos e duas fêmeas), totalizando 48 insetos por tratamento. Os insetos vivos e mortos foram registrados a cada 2 horas durante três dias (72 horas). Foram considerados mortos, os insetos que não apresentavam reação ao toque de um pincel de ponta fina. A eficiência de controle de cada tratamento foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Efeito de profundidade em bagas de uva para o controle de larvas de *A. fraterculus* em laboratório

Bagas de uva da cv. 'Itália' livre de inseticidas foram obtidas em vinhedo comercial conduzido sob cultivo protegido, localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil (29°07'13" S; 51°14'17" W). Em laboratório, as bagas de uva foram individualizadas e colocadas em gaiolas de criação (30 x 30 x 30 cm) contendo 40 casais de *A. fraterculus* por um período de 5 horas.

Posteriormente, as bagas de uva foram retiradas das gaiolas e acondicionadas individualmente em recipientes plásticos (50 mL) cobertos por tecido tipo *voile* por cinco dias, tempo necessário para a eclosão das larvas no interior dos frutos (Zart et al. 2009). Após este período, as bagas de uva foram imersas na calda dos respectivos tratamentos durante 3 segundos. Em seguida, individualizadas e acondicionadas em bandejas metálicas (40 x 28 x 4 cm) com fundo recoberto com papel branco e colocadas em sala climatizada. A avaliação da presença de larvas vivas no interior dos frutos foi realizada 15 dias após a imersão (DAI) das bagas na calda inseticida contendo os tratamentos, rompendo-se as bagas e examinando a presença ou ausência de larvas desenvolvidas (3º instar) no interior dos frutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 50 bagas de uva por tratamento em 10 repetições, sendo cada repetição composta por cinco bagas de uva maduras (17° Brix) (estádio 38 da escala de Eichhorn e Lorenz, 1984).

Persistência biológica de inseticidas sobre *A. fraterculus* em parreiral comercial

Para avaliar a persistência biológica dos inseticidas foi conduzido um bioensaio em parreiral comercial da cv. 'Itália' conduzido sob cultivo protegido no sistema de latada, com espaçamento 1,8 x 2,5 m, no município de Caxias do Sul, RS, Brasil (29°07'20"S; 51°14'24"W). A cobertura plástica consistiu em uma proteção construída na linha de cultivo, com lonas plásticas trançadas de polietileno transparentes e impermeabilizadas (160 µm de espessura e largura de 2,70 m) sustentadas com arcos de ferro galvanizado de 3 m de comprimento. Os tratamentos foram aplicados com auxílio de um pulverizador costal manual (Jacto[®] PJH) com capacidade de 20L equipado com bico cone (Jacto[®] JD-12P). A aplicação foi realizada no período de maturação dos frutos (estádio 38 da escala de Eichhorn e Lorenz, 1984), direcionada aos cachos até o ponto de escorrimento, num volume de calda de 300 L ha⁻¹. Cada tratamento foi aplicado em quatro plantas estabelecendo 5 repetições por tratamento. Decorridos 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), foram coletados dois cachos de uva de cada tratamento, acondicionados em sacos plásticos (3 L) e transportados ao laboratório. Em laboratório, foram retiradas aleatoriamente oito bagas de uva por cacho e colocadas em gaiolas plásticas confeccionadas com copos plásticos (300 mL) contendo dois insetos (1 macho e 1 fêmea) de *A. fraterculus* com 21 dias de idade. Para a alimentação dos adultos foi oferecido água (2 mL) e dieta artificial (Machota Jr. et al. 2010), renovadas a cada 48 horas. Os frutos foram deixados em contato com os adultos de *A. fraterculus* por um período de 5 horas. Posteriormente, foram retirados e acondicionados em bandejas metálicas (40 x 28 x 4 cm) com fundo recoberto com papel branco e armazenado em sala climatizada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 16

repetições compostas por 8 bagas de uva cada, totalizando 128 bagas de uva por tratamento por dia de amostragem. As avaliações do número de adultos de *A. fraterculus* vivos e mortos foram realizadas a cada 4 horas por um período de 4 dias (96 horas). As avaliações do número de puncturas e galerias por baga foram realizadas 15 dias após a retirada das bagas de uva das gaiolas com os adultos de *A. fraterculus*.

Análise estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade utilizando teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade por Hartley e Bartlett. Para os resíduos que não apresentaram distribuição normal ou homogeneidade da variância, os dados sofreram transformação em arco seno $\sqrt{(x/100)}$, submetidos à análise de variância e, quando significativo ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa SAS® (SAS Institute 2000). A mortalidade proporcionada pelos inseticidas foi calculada e corrigida a partir do tratamento testemunha (água destilada) pela fórmula de Abbott (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de contato sobre adultos de *A. fraterculus* em laboratório

Na avaliação dos inseticidas visando o controle de adultos via contato foi observado que a fentiona causou a mortalidade de 100% dos adultos de *A. fraterculus* duas horas após a aplicação (HAA) não diferindo ($F = 154,03$; $df = 2,33$; $p < 0,0001$) do inseticida a base de rotenona e

nim (RN), que proporcionou mortalidade de 83% e 100%, 2 e 8 HAA, respectivamente (Tabela 1). A mortalidade causada por ambos os inseticidas não diferiu entre machos e fêmeas ($p < 0,05$). No entanto, ambos os tratamentos diferiram ($F = 314,03$; $df = 2,33$; $p < 0,0001$) da testemunha (água destilada), que apresentou uma sobrevivência de 100% até 72 HAA, no final do bioensaio (Tabela 1). Com base nestes resultados, verificou-se que o inseticida RN, apresenta efeito de contato similar à fentiona sobre adultos de *A. fraterculus*.

Efeito de ingestão sobre adultos de *A. fraterculus* em laboratório

No bioensaio de ingestão, houve interação entre as variáveis explanatórias (tratamento e tempo de exposição). Isto indica que o aumento na mortalidade de adultos de *A. fraterculus* depende do inseticida e do tempo de exposição dos insetos. Adultos de *A. fraterculus* foram altamente suscetíveis aos tratamentos com o inseticida fentiona, com mortalidade de 100% nas primeiras 8 horas após a exposição (HAE), enquanto que o inseticida RN proporcionou mortalidade inferior a 20%, equivalente ao controle ($F = 121,47$; $df = 2,33$; $p < 0,0001$) (Tabela 2). Contudo, nas avaliações realizadas 24, 48 e 72 HAE, houve aumento significativo na atividade biológica do inseticida RN sobre adultos de *A. fraterculus*, com mortalidade próxima a 80% 72 HAE, não diferindo ($F = 206,81$; $df = 2,33$; $p < 0,0001$) da fentiona (Tabela 2). Estes resultados demonstram que, embora o inseticida RN necessita de maior tempo de exposição para que proporcione controle de *A. fraterculus* através da ingestão do composto.

Tabela 1. Número médio de insetos vivos ($N \pm EP$) e mortalidade (%M) de adultos de *Anastrepha fraterculus* 2, 8, 24, 48 e 72 h após a aplicação (HAA) de inseticidas via contato em laboratório.

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Dose (mL/100L)		2 HAA		8 HAA		24 HAA		48 HAA		72 HAA	
		i.a	p.c	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M
Extrato de plantas	Rot-Nim®	-	600	0,6±0,22Aa	83	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100
Fentiona	Lebaycid® 500 CE	50	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100	0,0±0,00Aa	100
Testemunha	-	-	-	4,0±0,00Ab	-	4,0±0,00Ab	-	4,0±0,00Ab	-	4,0±0,00Ab	-	4,0±0,00Ab	-

Dose: mL do produto comercial por 100 L de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

Tabela 2. Número médio de insetos vivos ($N \pm EP$) e mortalidade (%M) de adultos de *Anastrepha fraterculus* 2, 8, 24, 48 e 72 h após a aplicação (HAA) de inseticidas via ingestão em laboratório.

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Dose (mL/100L)		2 HAA		8 HAA		24 HAA		48 HAA		72 HAA	
		i.a	p.c	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M	($N \pm EP$)	%M
Extrato de plantas	Rot-Nim®	-	600	3,8±0,45Aa	4	3,3±0,15Aa	17	2,0±0,26Ba	51	1,1±0,20Ba	73	0,9±0,23Ba	79
Fentiona	Lebaycid® 500 CE	50	100	2,0±0,14Ab	50	0,0±0,00Bb	100	0,0±0,00Bb	100	0,0±0,00Ba	100	0,0±0,00Ba	100
Testemunha	-	-	-	4,0±0,00Aa	-	4,0±0,00Aa	-	4,0±0,00Aa	-	4,0±0,00Ab	-	4,0±0,00Ab	2

Dose: mL do produto comercial por 100L de água. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

Efeito de inseticidas sobre larvas de *A. fraterculus* em bagas de uva em laboratório

O inseticida fentiona apresentou efeito de profundidade causando 100% de mortalidade das larvas de *A. fraterculus* presentes no interior das bagas de uva, diferindo ($F= 93,94$; $df = 2, 45$; $p < 0,0001$) do inseticida RN que proporcionou mortalidade de 21% (Figura 1). Com base nestes resultados, verificou-se uma baixa ação de profundidade do inseticida RN em bagas de uva cv. 'Itália', não sendo uma alternativa ao fentiona para o controle desta fase de desenvolvimento do inseto.

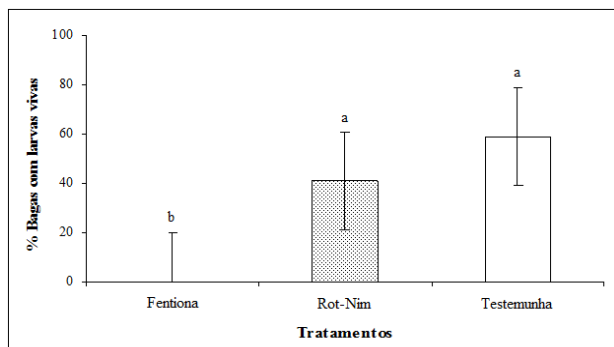


Figura 1. Porcentagem de bagas de uva cv. 'Itália' com presença de larvas vivas de *Anastrepha fraterculus* 15 dias após a imersão (DAI) em caldas inseticidas em laboratório. Médias de mesma letra minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Persistência biológica de inseticidas sobre *A. fraterculus* em parreiral comercial

O inseticida fentiona causou a mortalidade de 100% dos adultos de *A. fraterculus* em laboratório quando foram oferecidas bagas de uva cv. 'Itália' com resíduos de inseticidas até 10 DAA (dias após a aplicação) a campo, reduzindo o efeito para 90 e 40%, aos 15 e 21 DAA, respectivamente. O inseticida RN proporcionou mortalidade de 35% 1 DAA, mantendo este efeito nas avaliações seguintes até 21 DAA, diferindo ($F= 206,81$; $df= 2,33$; $p < 0,0001$) da fentiona. Após este período, tanto a fentiona como o inseticida RN apresentaram mortalidade abaixo de 30%, não diferindo ($F= 134,00$; $df= 2,33$; $p < 0,3059$) da testemunha (sem controle) (Figura 2).

Os inseticidas fentiona e RN apresentaram redução significativa no número de puncturas por baga de uva ($F= 16,32$; $df= 2,45$; $p < 0,0001$) até 21 DAA quando comparado ao tratamento controle (testemunha), sendo que apenas aos 28 DAA ($F= 7,91$; $df= 2,45$; $p < 0,0001$) o número de puncturas por baga de uva foi similar a testemunha para os dois inseticidas. Ambos os inseticidas apresentaram redução no número de galerias por baga até 10 DAA, diferindo estatisticamente do tratamento controle ($F= 2,37$; $df= 2,45$; $p < 0,0001$).

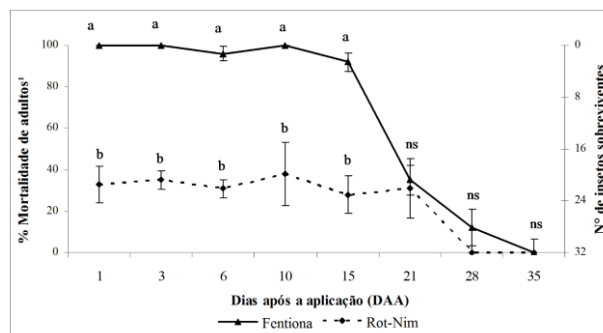


Figura 2. Mortalidade de adultos de *Anastrepha fraterculus* em bagas de uva cv. "Itália" após diferentes períodos da pulverização de inseticidas em parreiral comercial sob cobertura plástica. % Mortalidade de adultos corrigida pela fórmula de Abbott (1925). Médias de mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A partir de 15 DAA, somente o inseticida fentiona não proporcionou o desenvolvimento de galerias no interior dos frutos, permanecendo até 28 DAA. No entanto, a partir dos 10 DAA o inseticida RN proporcionou incremento no número de galerias por baga, sendo similar a testemunha até 35 DAA ($F=3,10$; $df=2,45$; $p < 0,1052$) (Figura 3).

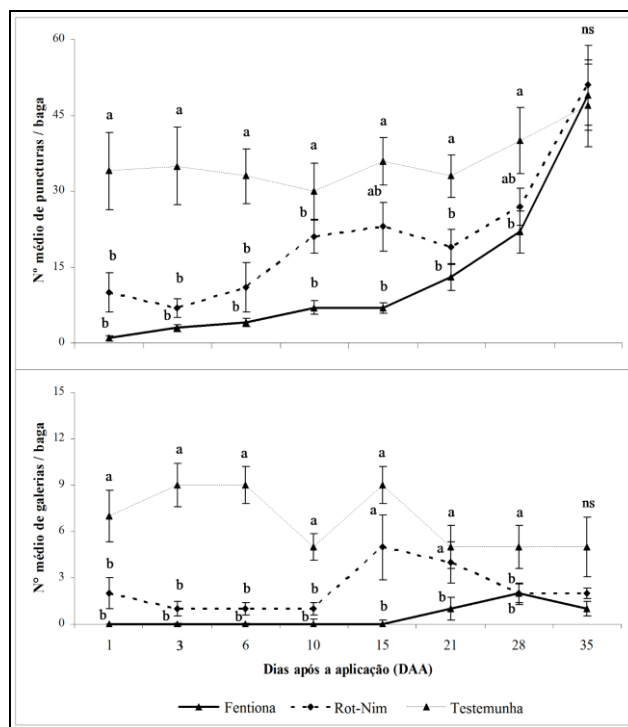


Figura 3. Avaliação da persistência biológica dos inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus*. Número médio de puncturas por baga (superior) e número médio de galerias por baga ocasionada por adultos de *A. fraterculus* em laboratório após diferentes períodos de aplicação de inseticidas em parreiral comercial cultivado sob cobertura plástica (inferior). Médias de mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tanto no tratamento com inseticida fentiona como para o inseticida RN foi registrado a presença de puncturas nas bagas de uva cv. 'Itália' durante todo o período de avaliação (1 a 35 DAA) (cerca de 100% dos frutos com puncturas) (Figura 4).

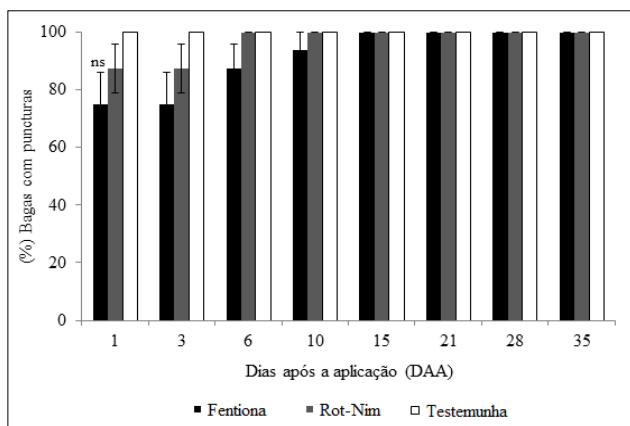


Figura 4. Avaliação da persistência biológica dos inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus*. Porcentagem de bagas de uva da cv. 'Itália' com presença de puncturas de *Anastrepha fraterculus* em laboratório após a aplicação de inseticidas em parreiral comercial cultivado sob cobertura plástica. Médias não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em parreiral comercial, a atividade biológica do RN no interior das bagas de uva sobre larvas de *A. fraterculus* foi de até 3 DAA (cerca de 100% da mortalidade larval no interior dos frutos) (Figura 5). Após 6 DAA, esta atividade foi nula, não diferindo ($F = 1,65$; $df = 2,45$; $p < 0,409$) do tratamento controle até 35 DAA. Fentiona proporcionou 100% de mortalidade larval no interior dos frutos até 21 DAA, e somente a partir de 28 DAA houve aumento no número de larvas vivas no interior das bagas de uva permanecendo até 35 DAA (Figura 5).

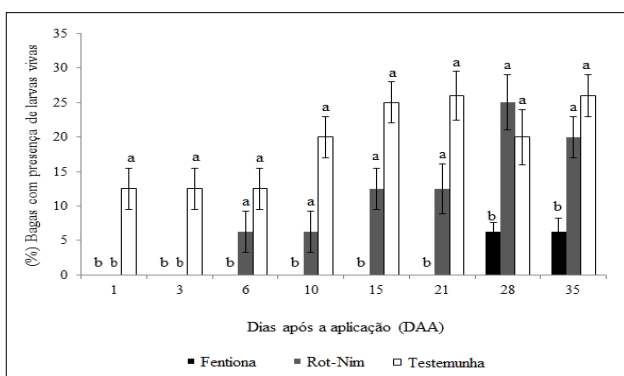


Figura 5. Avaliação da persistência biológica dos inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus*. Porcentagem de bagas de uva da cv. 'Itália' com presença de larvas vivas de *Anastrepha fraterculus* em laboratório após a aplicação de inseticidas em parreiral comercial cultivado sob cobertura plástica. Médias de mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Com base nestes resultados, verificou-se que o inseticida fentiona apresenta elevada toxicidade a adultos de *A. fraterculus* quando expostos via contato e ingestão. Efeito similar foi observado por Efrom et al. (2011) em bioensaio conduzido em laboratório, com mortalidade de 100% dos adultos de *A. fraterculus* 24 horas após o contato com o inseticida organofosforado fentiona. A elevada toxicidade de formulações de inseticidas organofosforados sobre adultos de *A. fraterculus* fornecidos via ingestão e contato também foi constatada em outros bioensaios em laboratório (Scoz et al. 2004, Raga e Sato 2006).

Devido ao produto ser uma formulação comercial de extratos de plantas, não é possível definir qual composto obtido de uma planta isolada foi efetivamente responsável pela ação de contato ou, se houve interação entre os compostos obtidos de diferentes plantas. Dentre os compostos presentes na formulação, atribui-se ao efeito de choque à rotenona e ao piretro (Barry et al. 2005). A azadiractina, outro composto presente na formulação não causou mortalidade de adultos de *A. fraterculus* quando colocados em contato com diferentes formulações de nim (Efrom et al. 2011), assim como o cinamomo (Salles e Rech 1999). Este fato é reforçado por Silva et al. (2013), que observaram apenas efeitos subletais destes extratos sobre adultos de *A. fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) quando fornecidos via contato e ingestão.

O inseticida RN causou mortalidade dos adultos de *A. fraterculus* de forma mais rápida via contato do que por ingestão. Devido à metodologia empregada no ensaio de ingestão, buscando evitar o contato dos adultos com o produto através de outras vias que não a oral, sugere-se que o efeito seria maior quando os produtos são utilizados na forma de iscas tóxicas. O grau de contato dos adultos de *A. fraterculus* com o composto pode ter influenciado a maior toxicidade do produto nos adultos de *A. fraterculus*, conforme exposto por Roessler (1989) para moscas dos gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis*.

O controle de *A. fraterculus* na cultura da videira na Região Sul do Brasil originou-se de adaptações dos manejos realizados para este inseto em frutíferas de clima temperado (pessegueiro e macieira, por exemplo), utilizando o monitoramento dos adultos e a aplicação de inseticidas na forma de iscas tóxicas ou pulverizações em área total (cobertura), conforme o nível populacional do inseto-praga nas áreas de produção (Botton et al. 2003, Nava e Botton, 2010). No controle químico, a utilização de iscas tóxicas para o controle da mosca-das-frutas é a forma menos impactante ao meio ambiente por reduzir a quantidade de agrotóxicos empregados por unidade de área quando comparado à pulverização em cobertura (Zart et al. 2009, Navarro-Llopis et al. 2012). O efeito do inseticida RN atuando via contato e ingestão para o controle de adultos de *A. fraterculus* indica a possibilidade

de emprego desse inseticida como substituto aos inseticidas organofosforados nas formulações de iscas tóxicas, podendo ser uma alternativa em sistemas orgânicos de produção.

O baixo efeito de profundidade apresentado por RN quando comparado ao inseticida fentiona demonstra que o mesmo não deve ser empregado quando o dano nas bagas de uva já foi acentuado pela fase larval do inseto. Esta constatação é embasada por Santos et al. (2011), observando uma baixa mortalidade larval de *Anastrepha* spp. após a aplicação de rotenona*** em pomar comercial de goiaba *Psidium guajava*. A baixa ação de profundidade da rotenona também foi reportada por Stavroulakis et al. (2001), apresentando baixa mortalidade larval de *B. oleae* após a aplicação de rotenona 10 e 20% em frutos de oliveira *Olea europaea* L. Por outro lado, o elevado efeito de profundidade do inseticida fentiona já era esperado (Scoz et al. 2004).

A baixa incidência de puncturas e galerias nas bagas de uva pode estar associada ao efeito de repelência atribuído à presença de *A. indica* na formulação, conforme relatado por Valencia-Botin et al. (2004) para *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) e enfatizado por Salles e Rech (1999), afirmando que o nim possui ação inseticida, reduzindo o número de posturas de *A. fraterculus*. Em laboratório, Oliveira et al. (2012) verificaram que o fornecimento de soluções à base de rotenona para adultos de *A. fraterculus* não impediu a oviposição e o surgimento de larvas no interior de frutos de mamão-papaia *Carica papaya* em laboratório. Em hipótese, estes resultados decorreram da rápida degradação da rotenona no ambiente. De acordo com Stavroulakis et al. (2001) e Ling (2001), a rotenona é instável na presença de luz e calor, apresentando meia-vida maior em temperaturas baixas e diminuindo gradativamente a atividade inseticida em temperaturas elevadas, especialmente no verão. A baixa atividade biológica do inseticida RN verificada neste estudo, realizado nos meses de janeiro e fevereiro (temperaturas médias diárias elevadas no Hemisfério Sul), reforçam as hipóteses de rápida degradação deste composto levantadas nos estudos.

Conforme demonstrado, o inseticida RN possui ação sobre adultos da mosca-das-frutas via contato e ingestão, sendo uma alternativa para o controle deste inseto-praga na cultura da videira em substituição ao inseticida fentiona, principalmente, após sua retirada do mercado brasileiro para o controle de *A. fraterculus* (Agrofit 2013). Além disso, o inseticida RN torna-se uma alternativa para o manejo de adultos de *A. fraterculus* no sistema orgânico de produção de frutas (APAN 2009). Os resultados observados neste trabalho demonstram que a utilização do inseticida RN é promissora, no entanto, há

necessidade de gerar informações adicionais sobre o efeito do composto sobre insetos benéficos.

CONCLUSÕES

O inseticida fentiona é eficaz no controle de adultos e larvas de *A. fraterculus* em uva cv. 'Itália' cultivada no sistema de cobertura plástica.

O inseticida a base de rotenona e nim avaliado neste estudo controla adultos de *A. fraterculus* por contato e ingestão, não sendo eficaz sobre larvas em bagas de uva cv. 'Itália' cultivada sob plástico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Agrofit. 2013. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Consultado em 15 jul 2013. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.
- Apan. 2009. Associação dos Produtores de Agricultura Natural. Consultado em 15 jul 2013. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/apan.htm>>.
- Barry, JD; Sciarappa, WJ; Teixeira, LAF; Polavarapu, S. 2005. Comparative effectiveness of different insecticides for organic management of blueberry maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 98: 1236-1241.
- Botton, M; Hickel, ER; Soria, SJ. 2003. Pragas, In Fajardo, TVM. ed. Uva para processamento. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 82-105.
- Chavarria, G; Santos, HP dos. 2009. Manejo de videiras sob cultivo protegido. *Ciência Rural* 39: 1917-1924.
- Chavarria, G; Santos, HP dos; Sônego, OR; Marodin, GAB; Bergamaschi, H; Cardoso, LSC. 2007a. Cultivo protegido: uma alternativa na produção orgânica de videira. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2: 628-632
- Chavarria, G; Santos, HP dos; Sônego, OR; Marodin, GAB; Bergamaschi, H; Cardoso, LSC. 2007b. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. *Rev Bras Frutic.*29:477- 82.
- Dominiak, BC; Hekman, JE. 2013. The rise and demise of control options for fruit fly in Australia. *Crop Protection* 51: 57-67.

*** Rotenat® (7,5 mL de p.c. L⁻¹ – Natural Rural Ltda.).

- Efrom, CFS; Redaelli, LR; Meirelles, RN; Ourique, CB. 2011. Laboratory evaluation of phytosanitary products used for control of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, in organic farming. *Crop Protection* 30: 1162-1167.
- Eichhorn, KW; Lorenz, DH. 1984. Phaenologische entwicklungsstadien der rebe. *European and Mediterranean. Plant Protection Organization* 14: 295-298.
- Formolo, R; Rufato, L; Botton, M; Machota Jr., R. 2011. Diagnóstico da área cultivada com uva fina de mesa (*Vitis vinifera* L.) sob cobertura plástica e do manejo de pragas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 103-110.
- Ling, N. 2001. Rotenone. A review of its toxicity and use for fisheries management. *Science for Conservation* 211, 40 p.
- Machota Jr., R; Bortoli, LC; Tolotti, A; Botton, M. 2010. Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural. *Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 15, 23p.
- Machota Jr., R.; Bortoli, LC; Botton, M; Grützmacher, AD. 2013. Fungi that cause rot in bunches of grape identified in adult fruit flies (*Anastrepha fraterculus*) (Diptera: Tephritidae). *Chilean Journal of Agricultural Research* 73 (2): 196-201.
- Nava, DE; Botton, M. 2010. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. *Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos*, 315, 29 p.
- Navarro-Llopis, V; Primo, J; Vacas, S. 2012. Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitis capitata*. *Pest Management Science* 69: 478-482.
- Nondillo, A; Zanardi, O; Afonso, AP; Benedetti, AJ; Botton, M. 2007. Efeito de inseticidas neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. *Bioassay* 2: 1-9.
- Oliveira, RB de; Redaelli, LR; Sant'Ana, J. 2012. Responses of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) to pesticides used in organic fruit production. *Rev Colomb Entomol.* 38: 238-242.
- Raga, A; Sato, ME. 2006. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. *Arquivos do Instituto Biológico* 73: 73-77.
- Roessler, Y. 1989. Insecticidal bait and cover sprays. In Robinson A.S. and Hooper, G. eds. *Fruit Flies: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 3A, p.329-335.
- Salles, LA; Rech, NL. 1999. Efeito de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Revista Brasileira de Agrosciências* 5: 225-227.
- Santos, CAM; Azevedo, FR; Nere, DR; Moura, E S da; Gurgel, LS dos. 2011. Controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) com inseticidas vegetais em pomar de goiaba. In CBA. ed. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, Brasil, 1-5.
- SAS Institute Inc. 2000. SAS/STAT: Statistical Analysis System: getting started with the SAS learning. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scoz, PL; Botton, M; Garcia, MS. 2004. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. *Ciência Rural* 34: 1689-1694.
- Silva, MA; Bezerra-Silva, GCD; Vendramim, JD; Mastrangelo, T. 2013. Sublethal effect of neem extract on mediterranean fruit fly adults. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35: 93-101.
- Stavroulakis, G; Adediran, KA; Nikoloudi, A; Petrakis, C; Kalaitzaki, A; Michelakis, S. 2001. Rotenone: Efficiency against Olive Fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) and residual activity in olive oil. *Biological Agriculture and Horticulture* 19: 207-217.
- Weber, J; Halsall, CJ; Wargent, JJ; Paul, ND. 2009. The aqueous photodegradation of fenitrothion under various agricultural plastics: Implications for pesticide longevity in agricultural 'micro-environments'. *Chemosphere*, 76: 147-150.
- Valencia-Botin, AJ; Bautista-Martinez, N; Lopez-Buenfil, JA. 2004. Use of neem (*Azadirachta indica* A Juss) aqueous extract on the oviposition of Mexican fruit fly, (*Anastrepha ludens*, Loew) (Diptera: Tephritidae) in Valencia orange. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 8: 57-59.
- Zart, M; Fernandes, OA; Botton, M. 2009. Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. *Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica*, 81, 8 p.