

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

RAFAEL BORGES

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS
TÓXICAS PARA *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera:
Tephritidae) EM LABORATÓRIO E EM POMARES DE MACIEIRA.**

LAGES-SC

2011

RAFAEL BORGES

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS
TÓXICAS PARA *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera:
Tephritidae) EM LABORATÓRIO E EM POMARES DE MACIEIRA.**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Profa. Dra. Mari Inês Carissimi Boff
Co-orientador: Dr. Marcos Botton

LAGES – SC

2011

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14^a Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Rafael Borges

Avaliação e seleção de novas formulações de iscas tóxicas para
Anastrepha fraterculus (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em
laboratório e em pomares de macieira. / Rafael Borges ; orientadora:
Mari Inês Carissimi Boff. – Lages, 2011.
75f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /
UDESC.

1. Isca tóxica. 2. *Anastrepha fraterculus* . 3. SPLAT[®]. 4. Espinosade.
5. Resposta alimentar. 6. Macieira. I. Título.

CDD – 634.11

RAFAEL BORGES

AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS PARA *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) EM LABORATÓRIO E EM POMARES DE MACIEIRA.

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em:

Pela Banca Examinadora:

Dra. Mari Inês Carissimi Boff

Orientador - CAV/UDESC

Homologada em:

Por:

Dr. Léo Rufatto

Coordenador do Programa de Pós-

graduação em Ciências Agrárias e

Coordenador Técnico do Mestrado em

Produção Vegetal

Dr Adalton Raga

Pesquisador – Instituto Biológico

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias

Diretor Geral do Centro de Ciências

Agroveterinárias

Dr. Cristiano João Arioli

Pesquisador – EPAGRI Videira

Dr Caio Efrom

Pesquisador – EMBRAPA

Lages-SC, 30 de maio de 2011.

Aos amados Camila e Pedro, por mostrarem
ainda e sempre que algo belo pode ser
construído. A Luiza e Luiz, meus velhos amores,
por seu exemplo, dedicação e carinho.

Dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

A todos vocês que são as mãos do Divino em ação, grato eternamente pelo apoio, paciência e amor, que Deus nos ilumine sempre, que a missão possa ser cumprida e que a intuição nunca falte.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pela possibilidade de realização do curso.

Aos meus orientadores Profa. Dra. Mari Inês Carissimi Boff e Dr. Marcos Botton pela paciência, amizade e orientação.

Aos professores e funcionários do Centro de Ciências Agroveterinárias.

À Isca Tecnologias Ltda., por disponibilizar as formulações utilizadas nas pesquisas e apoiar a realização do curso de mestrado.

À Embrapa Uva e Vinho por possibilitar os testes de laboratório.

A todos os colegas da Embrapa, em especial Ruben Machota Jr., Lígia Bortoli e Odimar Zanardi por auxiliarem na realização dos testes de laboratório.

Aos colegas de trabalho Adriana Mikami, Thais Beckhauser e Gustavo Nunes, pelo auxílio nos testes de campo.

Aos funcionários da Isca Tecnologias, especialmente aos amigos Leandro e Agenor Mafra pela confiança e auxílio.

A Lisiane Silva, Diego Zeni e Lyndsie Stoltman pelo auxílio às traduções.

Aos amigos Cristiano, Jardel e Marcos pelo apoio.

A toda minha família Juliana, Ana Maria, André, Valmor, Maria, Gustavo, Rose, Karen, Paulo Bernardo, Mariana, Mateus, Caetano, Sofia, Inácio, D. Irma, muito obrigado pela força, união e carinho.

Aos pomicultores Velocino e Manuel, por disponibilizarem as áreas para os testes de campo.

A todas as colegas e amigos de mestrado pelo companheirismo e amizade.

Obrigado

“O trabalho é a comunhão dos seres. Por ele nos aproximamos uns dos outros, aprendemos a auxiliarmo-nos, a unirmo-nos; daí à fraternidade só há um passo.”

Léon Denis.

RESUMO

BORGES, RAFAEL. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS PARA *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) EM LABORATÓRIO E EM POMARES DE MACIEIRA. 2011. 75f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera:Tephritidae) é uma das pragas de maior importância para a fruticultura de clima temperado no Brasil. Na cultura de macieira o inseto causa danos em frutos imaturos, bem como nos estádios finais de maturação. O controle do inseto é feito através de aplicações inseticidas fosforados em cobertura ou com iscas tóxicas, sendo que poucas alternativas de manejo existem na cultura. Porém o uso de fosforados vem sofrendo restrições progressivas e a busca de novos inseticidas é uma necessidade premente. Este trabalho comparou a eficiência de formulações de iscas tóxicas contendo o inseticida espinosade com dois padrões comerciais Biofrut®+ Malathion e Success 0,02 CB®. As avaliações foram realizadas em laboratório com adultos de *A. fraterculus* quanto à resposta alimentar dos insetos, resistência dos tratamentos a radiação solar e à chuva. As formulações testadas foram: a) ANA 01 - (SPLAT® 23,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); b) ANA 02 (SPLAT® 40,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); c) ANA 03 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); d) ANA 04 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 20,20% – menos 4% de fontes proteicas + espinosade 0,1%); e) ANA 05 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 20,20% – menos 4% de fontes de carboidrato (açúcar) + espinosade 0,1%); f) Success 0,02 CB® - (atrativos + espinosade); g) Malathion 1000 CE (0,15%) + proteína hidrolisada (Biofruit® 3%) e h) Testemunha – água destilada. A eficiência das novas formulações contendo espinosade (ANA 02 e ANA 03) foram equivalentes aos padrões comerciais (Success 0,02 CB® e Biofruit®+ Malathion) quanto a resposta alimentar em 96 HAF (horas após o fornecimento dos tratamentos). Para os testes de resistência à irradiação solar as formulações ANA 03 e Success 0,02 CB® foram superiores aos demais tratamentos 35 DAF (dias após o fornecimento). Quanto ao efeito da chuva observou-se que as formulações ANA foram superiores aos demais tratamentos tanto para lâminas de 20 mm, como de 50 mm de chuvas. As iscas tóxicas ANA 01 e Biofruit®+ Malathion apresentaram os menores valores de TL (tempo letal) 50 com 6,61 e 8,71 horas respectivamente. Os maiores valores de TL50 foram registrados para as formulações ANA 03 (15,68 horas) e ANA 04 (15,50 horas). A restrição

de atrativos proteicos nas iscas tóxicas reduz a resposta alimentar dos insetos com maior intensidade que a de carboidratos (açúcares). A formulação ANA 03 apresentou alta capacidade no controle de *Anastrepha fraterculus* sendo equivalente a isca comercial Success 0,02 CB[®] nos testes de resposta alimentar e resistência a radiação. Nos testes com chuva simulada, o tratamento ANA 03 foi superior aos demais tratamentos. Esta formulação foi utilizada em pomares orgânicos de macieira na região de São Joaquim, SC para avaliação do efeito de aplicações da isca na borda do pomar sobre populações da mosca-das-frutas. As avaliações foram conduzidas durante duas safras (2009/2010 e 2010/2011), com aplicações iniciadas após o fim do raleio - frutos com até 20 mm de diâmetro – e conduzidas até a colheita da cultivar Gala. A isca foi distribuída nas plantas espontâneas da periferia dos pomares e reaplicada quinzenalmente. A amostragem de adultos foi feita semanalmente com armadilhas McPhail e atrativo torula. As avaliações de danos em frutos foram feitas em plantas marcadas no início da colheita. As aplicações reduziram as populações de adultos da mosca-das-frutas capturados nas armadilhas em 74,24% e 66,21% na primeira e segunda safra respectivamente, em comparação com a área testemunha. Mesmo com a redução nos níveis populacionais, os danos em frutos não diferenciaram significativamente entre os tratamentos com isca (18,31%±6,72) e testemunha (30,99%±8,01) na primeira safra. No segundo ano a redução de danos foi significativa na área tratada (79,67%±5,83) em comparação com a testemunha (96,60%±1,37). Conclui-se que a isca tóxica ANA 03 tem efeito sobre as populações do inseto, mas não impede o acesso das moscas-das-frutas às áreas de produção resultando em danos significativos nos frutos.

Palavras-chave: isca tóxica, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT[®], espinosade, resposta alimentar, macieira.

ABSTRACT

EVALUATION AND SELECTION OF NEW TOXIC BAIT FORMULATIONS FOR *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) TESTED IN LABORATORY AND APPLE ORCHARDS. 2011. 75f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedermann, 1830) (Diptera: Tephritidae), is an important pest in temperate fruit production in Brazil. In apple orchards the insect causes damage to immature fruit, as well as fruits in the final stages of maturation. Control is done through broad spectrum application of phosphate insecticides or with toxic baits; both of which are facing increasing restrictions and limitations in their use. Unfortunately, there are few alternatives to control the South American fruit fly in orchard cultivations. This study compares toxic baits formulations containing a new insecticide, spinosad, to two commercially available baits: Biofruit® + Malathion and Success 0,02 CB®. The experiments were conducted in laboratory with adult *A. fraterculus* to assess their feeding responses, as well as the durability of each formulation under exposure to radiation and rain. The formulations tested were: a) ANA 01 - (23,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), b) ANA 02 - (40,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), c) ANA 03 - (49,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), d) ANA 04 - (49,0% SPLAT® + 20,2% attractant (less 4% from protein) + 0,1% spinosad), e) ANA 05 - (49,0% SPLAT® + 20,2% attractant (less 4% of sources of carbohydrate) + 0,1% spinosad), f) Success 0,02 CB® - (attractant + spinosad), g) Malathion 1000 CE (0,15%) + hydrolyzed protein (Biofruit® 3%), and h) control using distilled water only. The efficacy of the formulations containing spinosad (ANA 02 and ANA 03) was equivalent to the commercial standards (Success 0,02 CB® and Biofruit® + Malathion) in terms of feeding responses at 96 hours after delivery of treatments. The ANA 03 and Success 0,02 CB® formulations showed greater resistance to solar radiation compared to the other treatments at 35 days after delivery, resulting in 48% fly mortality. For tests of formulation rain-fastness, all ANA treatments tested were more persistent during 20 mm and 50 mm of rainfall compared to the commercial standard formulations. The ANA 01 and Biofruit® + Malathion® formulations resulted in 50% fly mortality in the shortest amount of time; 6.61 hours and 8.71 hours respectively. The formulations that took the longest to achieve 50% mortality were ANA 03 (15,68 hours) and ANA 04 (15,50 hours). The

restriction of protein attractant in the formulations reduced the fly response more so than restricting carbohydrates. The ANA 03 formulation was highly efficient in the control of *A. fraterculus*, equivalent to Success 0,02 CB® in both feeding responses and resistance to solar radiation, and outperforming all other treatments in terms of rain-fastness. In a second experiment this toxic bait was applied in two organic apple orchards (Gala) in São Joaquim, SC, to evaluate its impact on South American fruit fly populations. The test was conducted during two growing seasons 2009-10 and 2010-11, beginning at the end of thinning when fruits measured 20 mm in diameter, and continued until harvest. The ANA 03 formulation was distributed in the borders on natural vegetation and reapplied every two weeks. Sampling of captured adults was measured weekly in McPhail traps with torula yeast attractant. Damage evaluations were performed at the beginning of the harvest. Application of ANA 03 reduced the South American fruit fly populations by 74,24% and 66,21% in the first and second seasons respectively, when compared with the control fields. Even with a population reduction, the fruit damage did not differ significantly between treatments: ANA 03 (18,31% \pm 6,72) and control (30,99% \pm 8,01) in the first season. In the following year, the reduction in fruit damage was significantly different in the treated area (79,67% \pm 5,83) compared to the control (96,60% \pm 1,37). The toxic bait formulation ANA 03 has a significant impact on reducing *A. fraterculus* populations; however, it does not prevent flies from migrating into orchards.

Key words: toxic bait, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT®, spinosad, feeding responses, apple orchard

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Plantas hospedeiras de moscas-das-frutas <i>Anastrepha fraterculus</i> no planalto Catarinense.....	22
Tabela 2 -	Descrição dos tratamentos utilizados nos testes de laboratório. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	35
Tabela 3 -	Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> – dados transformados - aos 4, 10, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após o fornecimento (HAF) dos experimentos em laboratório. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	40
Tabela 4 -	Tempo letal médio (TL50) e (TL99) de iscas tóxicas para controle de <i>Anastrepha fraterculus</i> em laboratório. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	41
Tabela 5 -	Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> – dados corrigidos - 1, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o fornecimento (DAF) das iscas tóxicas em laboratório. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	44
Tabela 6 -	Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> – dados corrigidos. Em 24, 48 e 72 horas após o fornecimento (HAF) de chuvas simuladas de 20 e 50 mm simulador artificial, com intensidade de 50 mm.h^{-1} . Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	45
Tabela 7 -	Média por armadilha por dia e erro padrão de capturas de <i>Anastrepha fraterculus</i> em armadilhas Bola® iscadas com torula. Em pomares orgânicos de macieiras tratados com isca tóxica ANA e testemunha em duas safras consecutivas em São Joaquim, SC. Os valores em destaque são as médias em que o valor de MAD superou o nível de controle estabelecido para a cultura – 0,5 MAD.....	58
Tabela 8 -	Valores da porcentagem média de danos internos e externos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos da variedade Gala em pomares tratados com isca tóxica ANA e testemunha em duas safras consecutivas em dois pomares orgânicos de maçãs de São Joaquim, SC.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	1- Metodologia de aplicação dos tratamentos sobre folhas de citros e aferição de dose; 2 – Partes constituintes das gaiolas antes da montagem do experimento; 3 – montagem das gaiolas; 4 – mosca-das-frutas alimentando-se dos tratamentos. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	36
Figura 2 -	1 – Mudas de citros em estufa durante os testes de persistência e chuva e 2 – Simulador de chuva. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	37
Figura 3 -	Efeito de iscas tóxicas sobre adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> em diferentes períodos na ausência de precipitação pluviométrica. Temperatura de 25 ±2 °C, umidade relativa de 75 ±15% e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.....	42
Figura 4 -	Croqui dos pomares de macieira onde foram conduzidos os experimentos com a isca tóxica ANAMED. Os círculos indicam a localização das armadilhas McPhail, as estrelas a posição das plantas amostradas e a vegetação característica de cada quadrante. Área 01 (28° 11' 13" S e 50° 03' 06" O), com 1,2 hectares e Área 02 (28° 12' 20" S e 50° 03' 22" O) com 2,76 hectares, localizadas na comunidade Bentinho no município de São Joaquim, SC.....	52
Figura 5 -	Aplicação da isca tóxica ANAMED: 1 e 2 - equipamento de aplicação - soprador portátil BG 86 C-E marca Stihl®; 3 – aspecto da isca tóxica na embalagem e 4 – porções da isca tóxica sobre as plantas da borda do pomar.....	54
Figura 6 -	Danos causados por <i>Anastrepha fraterculus</i> em frutos de maçã: 1- deformação externa; 2 – macha de cortiça na polpa das frutas.....	55
Figura 7 -	Médias diária de capturas de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> nas áreas tratadas com isca tóxica ANA e testemunha, por amostragem. As setas indicam as datas de aplicação em duas safras consecutivas em dois pomares orgânicos de maçãs da região de São Joaquim, SC. Dados de precipitação coletados pela Estação de Aviso Fitossanitários de São Joaquim. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (2011).....	57
Figura 8 -	Linhos de tendência linear da razão entre as somas das médias de capturas (machos + fêmeas) de <i>Anastrepha fraterculus</i> nos tratamentos testemunha e tratamento isca tóxica ANA (eixo y), em onze datas de amostragens populacionais realizadas em dois pomares orgânicos de maçãs de São Joaquim, SC nas safras 2009/2010 e 2010/2011.....	60

LISTA DE ABREVIASÕES

ANA – Isca tóxica ANAMED

CEE – Comunidade Econômica Européia

DAF – Dias após o fornecimento

EP – erro padrão

EUA – Estados Unidos da América

g.l. – graus de liberdade

HAF – Horas após o fornecimento

kg.ha⁻¹ - Quilos por hectare

LMR – Limite máximo de resíduo

m.s⁻¹ - metros por segundo

MAD – moscas por armadilha por dia

mm.h⁻¹ – milímetros por hora

p - Probabilidade de significância estatística

PIM – Produção Integrada de Maçã

PR – Paraná

RS - Rio Grande do Sul

SC - Santa Catarina

SPLAT[®] - Specialized Pheromone & Lure Application Technology

TEST - testemunha

TL 50 – Tempo letal para metade da população avaliada

TL 99 – Tempo letal para 99 por cento da população avaliada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 A CULTURA DA MACIEIRA E A PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS.....	19
2.2 PRAGAS DA MACIEIRA NO BRASIL.....	20
2.3 <i>Anastrepha fraterculus</i>	21
2.4 <i>Anastrepha fraterculus</i> EM MACIEIRA.....	23
2.5 CONTROLE E MANEJO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS EM MACIEIRA.....	23
2.6 USO DE ISCAS TÓXICAS PARA CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	25
2.7 NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS.....	27
3 EFEITO DE FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS SOBRE <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) EM LABORATÓRIO.....	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	32
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.2.1 Avaliação da mortalidade de <i>Anastrepha fraterculus</i> às iscas tóxicas e determinação do tempo letal médio (TL50).....	34
3.2.2 Persistência de iscas tóxicas para o controle de <i>Anastrepha fraterculus</i> com e sem chuva simulada.....	36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.3.1 Avaliação da resposta alimentar às iscas tóxicas e determinação do tempo letal médio (TL50) sobre <i>Anastrepha fraterculus</i>	38
3.3.2 Persistência de iscas tóxicas para o controle de <i>Anastrepha fraterculus</i> com e sem chuva simulada.....	43

3.4 CONCLUSÕES.....	46
4 EFEITO DE ISCA TÓXICA A BASE DE ESPINOSADE FORMULADA COM LIBERADOR SPLAT® PARA O CONTROLE DE <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), EM POMARES ORGÂNICOS DE MACIEIRA.....	47
4.1 INTRODUÇÃO.....	48
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
4.2.1 Escolha da formulação.....	51
4.2.2 Escolha dos pomares.....	51
4.2.3 Sistema de aplicação da isca tóxica.....	53
4.2.4 Avaliação da eficiência.....	54
4.2.5 Análise estatística.....	55
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.4 CONCLUSÃO.....	63
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da macieira *Malus domestica* (Borkh.) no sul do Brasil teve início há mais de cinquenta anos sendo atualmente um dos principais setores da agricultura catarinense e gaúcha (Motta, 2010). A pomicultura merece destaque no cenário nacional sendo a quinta fruta mais exportada em 2010 - 90,8 mil ton. - contribuindo para o superávit comercial do país (Secretaria de Comércio Exterior/Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio - AgroStat Brasil, 2011). A pomicultura destaca-se como importante atividade primária em 66 municípios da região sul, gerando em média cinco empregos diretos e indiretos por hectare plantado (Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE, 2010).

O centro de origem da macieira é a região do Cáucaso, caracterizada por solos calcários e clima frio, condições bastante diversas das encontradas no sul do Brasil - clima subtropical e solos ácidos. A adaptação das plantas e a compreensão da dinâmica de polinização para frutificação efetiva das macieiras foi o maior desafio do setor durante o início do cultivo entre as décadas de 60 e 70 (Klanovicz & Nodari, 2005).

Após o período inicial de adaptação da cultura as condições brasileiras, foi observado o aumento progressivo da produção, permitindo que a partir do final da década de 90 fossem iniciadas as primeiras exportações da fruta. Com isso o país passou de importador para exportador de maçãs (Associação Brasileira dos Produtores de Maçã, 2010). Na safra 2009/2010, cerca de 10% de toda produção nacional foi exportada, principalmente para países europeus (Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, 2010). Estes mercados exigiram o estabelecimento de um sistema de produção mais eficiente e racional quanto ao uso de agroquímicos, com garantias à sustentabilidade ambiental e segurança à saúde humana, sendo assim implantado o Sistema de Produção Integrada de Maçãs – PIM, programa pioneiro no Brasil (Protas & Valdebenito-Sanhueza, 2003).

Uma das preocupações da PIM é estabelecer normas técnicas de produção para que a maçã brasileira mantenha-se competitiva no mercado internacional, visto que a Comunidade Européia determina anualmente os princípios ativos permitidos e os limites de resíduos de agroquímicos tolerados nos frutos comercializados naqueles países. Essas barreiras são atualmente a principal preocupação do setor produtivo, especialmente com relação às restrições aos inseticidas utilizados na produção da fruta.

Tais restrições forçaram o setor produtivo a buscar alternativas de manejo das pragas da macieira, anteriormente baseado no emprego de inseticidas fosforados, carbamatos e piretróides (Hickel, 2008; Kovaleski & Santos, 2008). Progressivamente, novas técnicas de

controle surgiram como o controle biológico de ácaros (Monteiro, 2002) e o uso de feromônios sexuais para controle de lepidópteros (Kovaleski & Ribeiro, 2003; Arioli et al., 2007; Mafra-Neto et al., 2007; Monteiro et al., 2008). Estas tecnologias “limpas” são atualmente utilizadas com sucesso em grande parte das áreas cultivadas, havendo um significativo impacto na diminuição das aplicações de inseticidas e acaricidas nos pomares. Apesar dos avanços conquistados, o manejo da mosca-das-frutas ainda se mantém dependente de pulverizações de inseticidas fosforados em cobertura (Monteiro & Fabbini, 2007).

A mosca-das-frutas historicamente é citada como a mais importante praga da macieira nas condições nacionais (Frey, 1987). A espécie mais importante encontrada no sul do Brasil é *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) (Ribeiro, 1999; Nora et al., 2000), a qual se desenvolve nas fruteiras nativas migrando para os pomares de macieira para oviposição, podendo causar 100% de perdas na produção (Boneti et al., 1999).

Entre os inseticidas registrados para o controle da mosca-das-frutas em maçãs, 90% são proibidos ou sofrem restrições de uso pela PIM, sendo que apenas o fosmete não possui restrições, mesmo pertencendo ao grupo dos fosforados (Agrofit, 2010; Produção Integrada de Maçã, 2010). Os produtores dispõem de poucas opções de produtos para controle de mosca-das-frutas na cultura e este cenário tende a piorar nos próximos anos.

Uma alternativa para o manejo da mosca-das-frutas é a aplicação de iscas tóxicas no entorno dos pomares, impedindo a entrada dos insetos para as áreas de produção. Esta prática tem se difundido, pois leva em conta a dinâmica comportamental do inseto, um dos conceitos fundamentais para implantação do manejo integrado de pragas (Kogan, 1998).

As iscas tóxicas utilizadas pelos produtores são preparadas misturando-se atrativos à base de melaço ou proteína hidrolisada com inseticida fosforado e água (Härter et al., 2010). Estas aplicações apesar de diminuírem o impacto provocado pelas pulverizações em cobertura são tóxicas a insetos benéficos, especialmente himenópteros (Gravena, 2005).

Como alternativa aos fosforados, o inseticida espinosade tem demonstrado elevada eficácia para o controle das mosca-das-frutas (Moreno & Mangan, 2003; Vargas et al., 2008). O produto é comercializado em mistura com um atrativo alimentar e recebe o nome comercial de Success 0,02 CB®. A isca tóxica formulada com o espinosade apresenta baixa atratividade a abelhas (Dow AgroSciences, 2001; Thompson et al., 2009). Em testes realizados para *A. fraterculus*, o produto foi considerado promissor (Raga & Sato, 2005) porem, há a necessidade de reaplicação semanal do produto.

Desde 2008 foi desenvolvida uma nova formulação de isca tóxica contendo a tecnologia SPLAT® (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) um composto

fluído, liberador de semioquímicos, capaz de prolongar a vida útil dos atrativos e do inseticida espinosade. Os primeiros testes com a nova formulação foram realizados para controle de moscas-das-frutas do gênero *Bactrocera* nos EUA (Vargas et al., 2008). A nova formulação aumentou consideravelmente a persistência dos atrativos e do inseticida, em comparação com o sistema convencionalmente utilizado, viabilizando a utilização desse novo inseticida em substituição aos fosforados no manejo destes insetos (Vargas et al., 2010).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de novas formulações de iscas tóxicas formuladas com SPLAT® para o controle de *Anastrepha fraterculus* na cultura da macieira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA MACIEIRA E A PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS

Os primeiros pomares comerciais de macieiras do sul do Brasil foram plantados na região de Fraiburgo no Estado de Santa Catarina no ano de 1969, após avaliações preliminares do comportamento de diversas variedades importadas da França (Burke, 1994). Na década seguinte, a cultura foi difundida para outras regiões como São Joaquim, SC, Vacaria, RS e Palmas, PR estimulada por incentivos fiscais do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (Frey, 2002). Esse período inicial deu lugar à fase de expansão da cultura entre os anos de 1975 e 1985, etapa em que ocorreram grandes avanços no cultivo da fruta. A área colhida aumentou de 3 mil para 17,9 mil hectares e o volume produzido de 15,5 para 201 mil toneladas, sendo um dos maiores exemplos de evolução tecnológica da fruticultura nacional (Mello et al., 2007).

A pomicultura trouxe reflexos sociais, tecnológicos e econômicos expressivos. Regionalmente possibilitou a transformação de pequenas cidades, anteriormente dedicadas à extração de madeira, em polos frutícolas e de pesquisa (Klanovicz & Nodari, 2005). No âmbito nacional permitiu que o Brasil passasse da condição de país importador de maçãs – mais de 200 mil toneladas em 1977, perdendo apenas para o trigo na pauta de importações agrícolas (Burke, 1994) – para exportador da fruta – 90,8 mil toneladas em 2010 – sendo a quarta fruta mais importante na balança comercial brasileira (Secretaria de Comércio Exterior/Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio - AgroStat Brasil, 2011).

A área cultivada com macieiras no sul do Brasil é de aproximadamente 37 mil hectares, gerando 55 mil empregos diretos e 120 mil indiretos (Banco Regional de

Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE, 2010). A produção total da safra 2008 foi de 900 mil toneladas com demanda interna anual de aproximadamente 820 mil toneladas (Bittencourt, 2008). Os produtores tem encontrado na exportação a possibilidade de equilibrar a oferta e a demanda trazendo uma série de vantagens, mas também muitas exigências especialmente quanto à qualidade da fruta.

Durante a safra 2003/2004 foi implantado no Brasil um sistema de normas de produção conhecida como Produção Integrada de Maçã (PIM) que visa estabelecer elevados padrões de qualidade aumentando a competitividade da maçã brasileira ao patamar de excelência requerido pelo mercado internacional (Protas & Valdebenito-Sanhueza; 2003; Andrigueto & Kososki, 2005). A Comunidade Européia, principal importador da maçã brasileira, possui exigências relativas à certificação das áreas de cultivo cuja produção destina-se àquele mercado através da Diretiva CEE 396 onde são publicados anualmente os limites máximos de resíduos (LMR) e agroquímicos com uso permitido (European Commission Health, 2005). A maior preocupação do setor produtivo atualmente tem sido atender a estas exigências especialmente quanto aos inseticidas utilizados na produção.

2.2 PRAGAS DA MACIEIRA NO BRASIL

No início do cultivo da macieira no Brasil as pragas eram poucas, porém os prejuízos expressivos. A mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) e o ácaro vermelho europeu *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) foram citados por Bleicher et. al (1982) como pragas primárias nos primeiros anos de cultivo. A partir da década de 90 novas pragas surgiram, tais como a lagarta-enroladeira *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) e mais recentemente a mariposa oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) (Ribeiro, 1999; Botton et al., 2000; Monteiro et al., 2008). Em levantamento realizado junto aos produtores na safra 1997/1998, foram consideradas as principais pragas da cultura a *G. molesta*, *B. salubricola* e *A. fraterculus* em ordem de importância (Petri, 1998). O controle destas espécies tinha como base aplicações de inseticidas de amplo espectro, especialmente os fosforados (Botton et al. 2000; Kovaleski & Ribeiro, 2003).

Com a implantação da PIM, o manejo de parte das pragas da macieira passou por mudanças significativas (Protas & Valdebenito-Sanhueza; 2003). No caso do ácaro vermelho europeu a implantação de sistemas de manejo mais seletivos, aliados ao controle biológico

com ácaros predadores fez com que *P. ulmi* passasse à condição de praga secundária (Monteiro, 2002; Kovaleski & Ribeiro, 2003). A disruptão sexual passou a ser empregada para o controle de *G. molesta* e *B. salubricola* (Botton et al., 2005; Arioli et al., 2007; Monteiro et al., 2008; Ribeiro, 2010) sendo que atualmente duas formulações (Biolita® e SPLAT®) encontram-se disponíveis aos produtores brasileiros para o controle de lepidópteros em macieiras (Mafra-Neto et al., 2007; Monteiro et al., 2008; Pastori et al., 2008; Agrofit, 2010).

Neste novo contexto, foi possível a redução de 6 a 8 aplicações de inseticidas fosforados destinados anteriormente ao controle de lepidópteros (Monteiro & Fabbin, 2007). No entanto, os autores salientam que estas aplicações, por também terem efeito sobre as moscas-das-frutas, controlavam indiretamente seu estabelecimento nos pomares e, com a mudança de manejo, a *A. fraterculus* voltou a ter destaque como praga primária da cultura.

2.3 *Anastrepha fraterculus*

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* é encontrada desde o extremo sul do Estado do Texas nos Estados Unidos, nas Américas Central e do Sul até a Argentina (Aluja, 1999; Norrbom et al., 1999). Nas regiões produtoras de frutas de clima temperado do sul do Brasil, representa mais de 90% das moscas-das-frutas capturadas em armadilhas de monitoramento (Orth et al., 1986; Salles & Kovaleski, 1990; Canal et al., 1993; Nora et al., 2000). Em macieiras, a dinâmica populacional da praga se caracteriza pela migração dos insetos que se desenvolvem em hospedeiros primários - presentes nas matas nativas e fundos de quintais - para os pomares comerciais onde as fêmeas buscam os frutos para ovipositar (Kovaleski, 1997; Kovaleski & Ribeiro, 2003). Nas matas nativas, a mosca-das-frutas encontra uma ampla gama de hospedeiros, especialmente plantas da família Myrtaceae, sendo a frutificação destas plantas fundamental para determinar o comportamento das populações de moscas-das-frutas nos pomares de maçãs (Machado, 1993; Salles & Leonel, 1996; Kovaleski, 1997; Malavasi et al., 2000).

No planalto catarinense, foram identificadas mais de trinta espécies de fruteiras hospedeiras de *A. fraterculus*, sendo muitas destas plantas nativas e comuns nas matas da região (Orth et al., 1986; Nora et al., 2000) (Tabela 1). Entretanto, estima-se que grande parte dos hospedeiros nativos de *A. fraterculus* ainda sejam desconhecidos (Norrbom & Kim, 1988). Mesmo as plantas reconhecidas como hospedeiras primárias são pouco estudadas, não

existindo informações básicas como nível de infestação no campo, fenologia, parte do fruto usada como alimento pelas larvas e taxonomia das espécies relacionadas, informações fundamentais para um melhor entendimento da dinâmica populacional (Ovruski et al., 2003).

Tabela 1: Plantas hospedeiras da mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* no planalto Catarinense.

Família	Nome comum	Nome científico	Nativa
Actinidaceae	Quivizeiro	<i>Actinidia deliciosa</i>	
Anonaceae	Fruta-do-conde	<i>Annona</i> spp.	X
	Araticum	<i>Annona cacans</i>	X
Ebenaceae	Caquizeiro	<i>Diospyrus kaki</i>	
Fabaceae	Ingazeiro	<i>Ingaspp.</i>	X
Moraceae	Figueira comum	<i>Ficus carica</i>	X
Myrtaceae	Araçazeiro	<i>Psidium</i> spp.	X
	Cabeluda	<i>Eugenia tomentosa</i>	X
	Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i>	X
	Goiabeira serrana	<i>Feijoa sellowiana</i>	X
	Guabiju	<i>Eugenia guabiju</i>	X
	Guabirobeira	<i>Campomanesia</i> spp.	X
	Grumixameira	<i>Eugenia brasiliensis</i>	X
	Jabuticabeira	<i>Myrciaria</i> spp.	X
	Pitangatuba	<i>Eugenia edulis</i>	X
	Pitangueira	<i>Eugenia</i> spp.	X
Passifloraceae	Sete Capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	X
	Uvaia	<i>Eugenia</i> spp.	X
	Maracujá do mato	<i>Psassiflora</i> spp.	X
	Ameixeira	<i>Prunus</i> spp.	
	Amora preta	<i>Rubus</i> spp.	X
Rosaceae	Cerejeira	<i>Prunus avium</i>	
	Macieira	<i>Malus</i> spp.	
	Marmeleiro	<i>Cydonia oblonga</i>	
	Moranguinho	<i>Fragaria vesca</i>	
	Nespereira	<i>Pyrus germanica</i>	
	Pereira	<i>Pyrus communis</i>	
	Pessegueiro	<i>Prunus persica</i>	
	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus sellowii</i>	X
	Citros	<i>Citrus</i> spp.	
	Maria-preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	X
Sapindaceae	Mata-olho	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	X
Vitaceae	Uva	<i>Vitis</i> spp.	

A influência das plantas hospedeiras – onde as larvas se desenvolvem - são decisivas em muitos aspectos do ciclo de vida de *A. fraterculus*, tais como a dinâmica populacional, o comportamento alimentar e reprodutivo (Aluja et al., 2001; Piñero et al., 2002).

2.4 *Anastrepha fraterculus* EM MACIEIRA

Experimentos realizados por Kovaleski et al. (1999) em pomares de maçã do sul do Brasil, demonstraram que os adultos de mosca-das-frutas originárias das matas nativas, migram para dentro dos pomares em busca de alimento e sítios de oviposição. Assim sendo, as plantas da periferia dos pomares, vizinhos à mata, são sempre as primeiras a serem atacadas, sendo estes locais onde são verificados os maiores danos (Ribeiro et al., 1995). As capturas de moscas-das-frutas nos pomares têm início em setembro, podendo estender-se até abril - dependendo do tipo de hospedeiro presente em cada região - porém o período crítico ocorre entre dezembro e janeiro (Ribeiro, 1999; Kovaleski et al., 2000)

Os danos em frutos podem ser observados desde a fase de frutos verdes (no ponto de raleio) até os próximos à colheita (Ribeiro, 1999). Quando os frutos estão verdes observam-se puncturas na superfície e grande quantidade de ovos não eclodidos e galerias na polpa, com alta mortalidade dos estádios imaturos (Kovaleski, 1995). Mesmo nos frutos maduros, apenas 8% dos indivíduos conseguem chegar ao estádio adulto, o que demonstra a baixa adaptação de *A. fraterculus* aos frutos de maçã (Sugayama et al., 1997).

Mesmo sem sobreviverem nos frutos imaturos, as larvas ao eclodirem causam a morte dos tecidos próximos às puncturas, fazendo com que as frutas fiquem deformadas, reduzindo seu valor comercial. Dependendo da intensidade do ataque os frutos podem cair prematuramente (Ribeiro, 1999). Além da deformação, são observadas estruturas parecidas à cortiça na polpa dos frutos imaturos devido a alimentação das larvas de primeiro ínstare (Orth et al., 1986).

Os danos causados por *A. fraterculus* são pronunciados especialmente em pomares pequenos, onde as perdas podem ser totais (Nora & Reis Filho, 1984). Isto se deve ao fato de grande parte da produção estar sob a influência de bordadura, diferente dos pomares maiores aonde a proporção de áreas sujeitas a essa influência é menor. Nestas condições as perdas podem variar entre 0,2 a 1% (Kovaleski & Ribeiro, 2003).

2.5 CONTROLE E MANEJO DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM MACIEIRA

O manejo da mosca-das-frutas nos pomares comerciais é orientado por amostragens populacionais feitas com armadilhas caça-moscas modelo McPhail (Barros et al., 1991; Braga et al., 2001; Ribeiro, 2010) utilizando como atrativo o suco de uva a 25% (Lorenzato, 1984;

Rosier et al., 1995; Nora & Sugiura, 2001). Em programas de detecção da praga são recomendados proteína hidrolisada 5% e levedura de torula por apresentarem menor variação na composição que o suco de uva, sendo que a levedura torula tem mostrado maior atratividade que os demais produtos (Raga et al., 2006; Scoz et al., 2006).

As armadilhas devem ser instaladas no mês de outubro, na periferia dos pomares e o nível de controle recomendado é de 0,5 mosca/frasco/dia (Orth et al., 1986; Kovaleski & Ribeiro, 2003). O nível de controle é cumulativo para a primeira aplicação de inseticida e durante os vinte dias que antecedem a colheita (Produção Integrada de Maçã, 2010).

A aplicação de inseticidas em cobertura é a principal forma de manejo das populações de *A. fraterculus* na cultura da macieira (Kovaleski et al., 2000). Entre os dez inseticidas registrados para controle da mosca-das-frutas na cultura, nove são fosforados e um piretróide (Agrofit, 2010). Destes, apenas quatro inseticidas fosforados são permitidos pela PIM: malationa – permitida apenas uma aplicação em cobertura por safra, metidationa e fenitrotiona – cada um é permitido em três aplicações por safra e fosmete, o único autorizado sem restrições (Produção Integrada de Maçã, 2010).

O uso de fosforados vem sendo questionado por favorecer surtos de pragas secundárias, apresentar efeitos negativos sobre insetos benéficos, contaminação do ambiente e efeitos diversos sobre a saúde humana (Carson, 1962; Emden & Peakall, 1996; Canete, 2005; Ferreira et al., 2006). Por isso, as restrições aos fosforados são uma tendência progressiva, tanto que malationa esteve excluída do anexo 1 da Diretiva 91/414 CEE, lista dos ingredientes ativos autorizados para controle de pragas na União Europeia até 2009 (Urbaneja et al., 2009). Esta decisão foi revogada recentemente para reavaliação (European Economic Community, 2011), porém este caso indica a proibição iminente dos fosforados, medida que reduzirá de forma significativa a disponibilidade de ingredientes ativos para uso pelos produtores.

Um novo inseticida com potencial para controle de mosca-das-frutas em maçãs é o espinosade do grupo químico - espinosinas (Dow AgroScienses, 2001; Agrofit, 2010). O inseticida tem ação no sistema nervoso central dos insetos – ligando-se ao receptor nicotinérgico da acetilcolina – causando tremores, convulsões, colapso nervoso, paralisia e morte (Salgado, 1998). Derivado do metabolismo do fungo actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa*, controla diversas espécies de insetos, podendo ser comparado a alguns fosforados e

carbamatos (Sparks et al., 1998). Apresenta como vantagem a baixa toxicidade para mamíferos e reduzida periculosidade ambiental, além de ser seletivo a insetos polinizadores (Ruiz et al., 2008).

Uma das características do espinosade, quando comparado aos fosforados, é sua forma de ação ser mais evidente por ingestão, com limitada ação de contato (Dow AgroScienses, 2001). Por conta disso, o produto é registrado para mosca-das-frutas em mistura com atrativos alimentares e fagoestimulantes associado ao inseticida espinosade. Em outros países a formulação é chamada GF-120 (Prokopy et al., 2004), sendo recomendada para uso na produção orgânica pelo Departamento de Agricultura dos EUA – USDA (United State Department of Agriculture, 2010). No Brasil, a formulação recebe o nome comercial de Success 0,02 CB®, sendo registrada para uso nas culturas do citros e manga e autorizada pela certificadora IBD para uso em produção orgânica (Raga & Sato, 2005; Agrofit, 2010; Intituto Brasileiro de Biodinâmica, 2010).

2.6 USO DE ISCAS TÓXICAS PARA CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

O controle de diversas espécies de mosca-das-frutas tem sido feito com sucesso em vários países utilizando iscas alimentares com ingredientes tóxicos (Roessler, 1989). Um dos primeiros registros do uso de iscas tóxicas para controle de moscas-das-frutas foi feito por Steiner (1952), com emprego de açúcar mascavo misturado com inseticida parationa aplicado em goiabas no Havaí, para controle da mosca do mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) e *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae). Pouco depois, estudos feitos com iscas tóxicas a base de proteína e inseticidas passaram a ser testadas para controle de mosca-das-frutas em plantações de melão (Nishida et al., 1957). Pôde-se perceber desde então a importância dos componentes proteicos nas iscas tóxicas, por serem estes alimentos fundamentais para as fêmeas concluir a maturação dos ovos, sendo esse um recurso frequentemente exigido por adultos (Hendrichs et al., 1991).

Experimentos realizados com *C. capitata* relatam que durante os primeiros dias após a emergência, os adultos são facilmente controlados com aplicação de isca tóxica contendo atrativos proteicos, devido a extrema demanda por estes componentes alimentares presentes nas formulações, porém a medida que os insetos tornam-se mais velhos o interesse pelas iscas tóxicas passa a ser progressivamente menor (Prokopy et al., 1992).

Programas oficiais de supressão de *C. capitata* foram realizados com aplicações de iscas tóxicas com atrativos proteicos misturados a malationa nos anos de 1981 e 1995 no Estado da Califórnia, EUA (Troestschler, 1983; Dowell & Penrose, 1995). A malationa tem sido o inseticida mais empregado em iscas tóxicas em todo o mundo, por apresentar níveis baixos de resistência entre as espécies de mosca-das-frutas, baixo custo de aquisição e ser, entre os fosforados, o de menor toxicidade a mamíferos (Steiner et al., 1961; Roessler, 1989).

Na América do Sul, o uso de iscas tóxicas é relatado como uma prática comum desde a década de 60 na Argentina (Turica et al., 1971) e no Brasil em pomares de citros (Orlando & Sampaio, 1973). Em macieiras no sul do Brasil, o primeiro registro de aplicações de iscas tóxicas data de 1979 com a mistura de açúcar mascavo a inseticidas (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1979).

A aplicação de inseticidas misturados a atrativos alimentares reduz de forma significativa o impacto das aplicações em cobertura (Gravena, 1984; Prokopy et al., 1992), porém o preparo das iscas tóxicas deve ser feito preferencialmente utilizando atrativos proteicos devido a sua maior seletividade em relação ao melaço ou açúcar para insetos polinizadores, predadores e parasitóides (Gravena, 2005).

Na cultura da macieira, o fato da mosca não estar estabelecida nos pomares facilita o manejo do inseto, por possibilitar a intensificação do controle nas bordas dos pomares, com aplicações de iscas tóxicas especialmente na divisa com matas nativas visando reduzir as populações de adultos, bem como os danos associados (Kovaleski & Ribeiro, 2003). Essas aplicações devem ser feitas semanalmente e repetidas após cada chuva (Kovaleski et al., 2000). Quando utilizados atrativos proteicos misturados a inseticidas são gastos aproximadamente 60 litros de calda a cada 1 a 2 hectares em jato dirigido formando gotas grossas (Monteiro & Fabbini, 2007).

Desde seu lançamento mundial em 2002, a formulação GF-120 ou Success 0,02 CB® vem sendo testada em diversas culturas. Em macieiras, Pelz et al. (2005) realizaram experimentos para controle de *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867) (Diptera: Tephritidae) no Estado de Michigan – EUA. Os autores consideraram a isca tóxica promissora por reduzir em 67% a infestação de mosca-das-frutas na área tratada em comparação à testemunha. Em outro estudo com *R. pomonella* no Estado de Washington - EUA, Yee (2007) observou que aplicações de GF-120 reduziram em 99% a infestação de larvas do inseto em frutos, quando pulverizados diretamente sobre as macieiras.

A formulação Success 0,02 CB[®] deve ser misturada na proporção de 1 litro do produto para 1,5 litros de água. Recomenda-se aplicações de 2 a 4 litros de calda por hectare, distribuídos em gotas de 4 a 6 mm de tamanho, na densidade de 20 a 80 gotas por metro quadrado de borda do pomar (Agrofit, 2010). Essa redução no volume é um avanço importante para o emprego de iscas tóxicas especialmente por minimizar os riscos de contaminação do solo e da água, porém, a principal deficiência desta formulação é a baixa persistência, exigindo reaplicações frequentes, dependendo da incidência de chuva (Revis et al., 2004).

2.7 NOVAS FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS

Recentemente, novas formulações de isca tóxica foram desenvolvidas, tendo como base a tecnologia SPLAT[®] (Specialized Pheromone & Lure Application Technology). O composto é uma matriz biologicamente inerte que controla a liberação de semioquímicos com ou sem a adição de inseticidas, podendo ser formulado em diversas viscosidades possibilitando aplicações mecanizadas – terrestres ou aéreas – ou manuais (Stelinski et al., 2007). A formulação foi desenvolvida em conjunto com a Universidade da Califórnia, Universidade de Michigan e a empresa Isca Technologies Inc., contendo em sua formulação um ingrediente capaz de liberar de forma controlada os ativos das formulações – inseticida e atrativo (Mafra-Neto et al., 2007). Além disso, possibilita a inclusão de uma grande diversidade de ingredientes ativos, incluindo álcoois, acetatos e aldeídos, que podem aumentar a atração para algumas espécies de moscas-das-frutas (Mafra-Neto et al., 2010).

Os primeiros testes realizados com a formulação SPLAT[®] para controle de moscas-das-frutas foram desenvolvidos por Vargas et al. (2008), utilizando o paraferomônio metil eugenol e Cue-Lure como atrativos, junto ao inseticida espinosade para controle de *B. dorsalis* e *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) (Diptera: Tephritidae) nos Estados Unidos. A nova formulação demonstrou duas vantagens importantes: maior persistência - sendo eficiente para controle dos insetos por até doze semanas e praticidade de aplicação quando comparada ao tratamento padrão - blocos impregnados com metil eugenol e inseticidas fosforados (Vargas et al., 2008b). Outro ponto importante foi a forma de apresentação do produto - pronto para o uso - reduzindo o risco de intoxicação dos trabalhadores envolvidos na aplicação, o que possibilita o emprego da isca tóxica por pequenos produtores de frutas ou em pomares domésticos (Vargas et al., 2009).

Em trabalho realizado para controle de *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock, 1994) (Diptera: Tephritidae) com formulações contendo SPLAT®, metil eugenol e espinosade (Borges et al., 2008) observou redução de 97% e 93% na população de machos e fêmeas respectivamente, sendo mais eficiente que os métodos de controle convencionais – blocos de madeira embebidos com metil eugenol e malationa e aplicação de iscas tóxicas com proteína hidrolisada e malationa. Uma única aplicação da formulação SPLAT® foi efetiva por até três meses.

Testes realizados com *C. capitata* em laboratório demonstraram que iscas tóxicas contendo o liberador SPLAT® apresentaram eficiência equivalente às iscas Success 0,02 CB® e Biofrut® + Malathion, porém em condições de chuva (20 mm) as formulações SPLAT® foram as únicas que mantiveram eficiência (Zanardi, 2011). O autor também relata que as novas iscas e a formulação Success 0,02 CB® foram seletivas ao parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae).

3 EFEITO DE FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS SOBRE *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) EM LABORATÓRIO.

RESUMO

BORGES, RAFAEL. **EFEITO DE FORMULAÇÕES DE ISCAS TÓXICAS SOBRE *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) EM LABORATÓRIO.** 2011. 76 f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

A mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais pragas na cultura da macieira no sul do Brasil. O controle da espécie é realizado basicamente com inseticidas fosforados aplicados em cobertura total ou em iscas tóxicas. No entanto, o emprego de fosforados tem sofrido restrições de uso devido aos riscos toxicológicos. Novos inseticidas com destaque para o espinosade são alternativas ao controle das moscas-das-frutas. Neste trabalho foi avaliado formulações de iscas tóxicas contendo espinosade, comparadas a dois padrões comerciais: Biofrut® + Malathion e Success 0,02 CB®. As avaliações foram realizadas em laboratório com adultos de *A. fraterculus* quanto à resposta alimentar dos insetos, resistência dos tratamentos a radiação solar e à chuva. As formulações testadas foram: a) ANA 01 - (SPLAT® 23,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); b) ANA 02 (SPLAT® 40,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); c) ANA 03 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%); d) ANA 04 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 20,20% – menos 4% de fontes proteicas + espinosade 0,1%); e) ANA 05 (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 20,20% – menos 4% de fontes de carboidrato (açúcar) + espinosade 0,1%); f) Success 0,02 CB® - (atrativos + espinosade); g) Malathion 1000 CE (0,15%) + proteína hidrolisada (Biofruit® 3%) e h) Testemunha – água destilada. A eficiência das novas formulações contendo espinosade (ANA 02 e ANA 03) foram equivalentes aos padrões comerciais (Success 0,02 CB® e Biofruit®+ Malathion) quanto à resposta alimentar em 96 HAF (horas após o fornecimento dos tratamentos). Para os testes de resistência à irradiação solar as formulações ANA 03 e Success 0,02 CB® foram superiores aos demais tratamentos 35 DAF (dias após o fornecimento). Quanto ao efeito da chuva observou-se que as formulações ANA foram superiores aos demais tratamentos tanto para lâminas de 20 mm, como de 50 mm de chuvas. As iscas tóxicas ANA 01 e Biofruit®+ Malathion apresentaram os menores valores de TL (tempo letal) 50 com 6,61 e 8,71 horas respectivamente. Os maiores valores de TL50 foram registrados para as formulações ANA 03 (15,68 horas) e ANA 04

(15,50 horas). A restrição de atrativos proteicos nas iscas tóxicas reduz a resposta alimentar dos insetos com maior intensidade que a de carboidratos (açúcares). A formulação ANA 03 apresentou alta elevada mortalidade sobre *Anastrepha fraterculus* sendo equivalente a isca comercial Success 0,02 CB[®] nos testes de resposta alimentar e resistência a radiação solar. Nos testes com chuva simulada o tratamento ANA 03 foi superior aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Isca tóxica, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT[®], espinosade, resposta alimentar.

ABSTRACT

BORGES, RAFAEL. **EFFECT OF TOXIC BAITS FORMULATIONS ON *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) IN LABORATORY.** 2011. 76 f.. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedermann, 1830) (Diptera: Tephritidae), is an important pest in temperate fruit production in Brazil. In apple orchards the insect causes damage to immature fruit, as well as fruits in the final stages of maturation. Control is done through broad spectrum application of phosphate insecticides or with toxic baits; both of which are facing increasing restrictions and limitations in their use. Unfortunately, there are few alternatives to control the South American fruit fly in orchard cultivations. This study compares toxic baits formulations containing a new insecticide, spinosad, to two commercially available baits: Biofruit® + Malathion and Success 0,02 CB®. The experiments were conducted in laboratory with adult *A. fraterculus* to assess their feeding responses, as well as the durability of each formulation under exposure to radiation and rain. The formulations tested were: a) ANA 01 - (23,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), b) ANA 02 - (40,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), c) ANA 03 - (49,0% SPLAT® + 24,2% attractant + 0,1% spinosad), d) ANA 04 - (49,0% SPLAT® + 20,2% attractant (less 4% from protein) + 0,1% spinosad), e) ANA 05 - (49,0% SPLAT® + 20,2% attractant (less 4% of sources of carbohydrate) + 0,1% spinosad), f) Success 0,02 CB® - (attractant + spinosad), g) Malathion 1000 CE (0,15%) + hydrolyzed protein (Biofruit® 3%), and h) control using distilled water only. The efficacy of the formulations containing spinosad (ANA 02 and ANA 03) was equivalent to the commercial standards (Success 0,02 CB® and Biofruit® + Malathion) in terms of feeding responses at 96 hours after delivery of treatments. The ANA 03 and Success 0,02 CB® formulations showed greater resistance to solar radiation compared to the other treatments at 35 days after delivery. For tests of formulation rain-fastness, all ANA treatments tested were more persistent during 20 mm and 50 mm of rainfall compared to the commercial standard formulations. The ANA 01 and Biofruit® + Malathion® formulations resulted in 50% fly mortality in the shortest amount of time; 6,61 hours and 8,71 hours respectively. The formulations that took the longest to achieve 50% mortality were ANA 03 (15,68 hours) and ANA 04 (15,50 hours). The restriction of protein attractant in the formulations reduced the fly response more so than restricting carbohydrates. The ANA 03

formulation was highly efficient in the control of *A. fraterculus*, equivalent to Success 0,02 CB® in both feeding responses and resistance to solar radiation, and outperforming all other treatments in terms of rain-fastness.

Key words: toxic bait, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT®, spinosad, feeding responses.

3.1 INTRODUÇÃO

Anastrepha fraterculus é uma das principais pragas da macieira no sul do Brasil (Kovaleski et al., 1999; Hickel, 2008; Teixeira et al., 2010; Ribeiro, 2010). Uma das formas de controle empregadas é a pulverização de iscas tóxicas nas bordas dos pomares visando o controle dos adultos (Kovaleski et al., 2000). Esta prática de manejo adapta-se ao comportamento dos insetos que migram para dentro dos pomares vindo de hospedeiros primários e alternativos, localizados próximo ao cultivo (Orth et al., 1986; Salles, 1995; Kovaleski, 1997; Nora et al., 2000).

As iscas tóxicas são formuladas pelos fruticultores misturando proteína hidrolisada a 3% e inseticida, geralmente um fosforado com destaque para malationa aplicando volumes de 30 a 60 litros de solução por hectare (Monteiro & Fabbin, 2007; Härtter et al., 2010). Apesar disso, a persistência destas iscas tóxicas é reduzida, sendo a atratividade comprometida após exposição aos fatores ambientais – umidade e radiação solar – em períodos de até quatro dias (Roessler, 1989; Raga, 2005). A necessidade de reaplicações constantes é um dos fatores limitantes para adoção das iscas tóxicas por grande parte dos produtores de maçã.

Os atrativos utilizados para formulação das iscas possuem odor característico de fontes proteicas, sendo que as moscas buscam esse tipo de alimento principalmente nos primeiros dias após a emergência, por serem fundamentais para a maturação dos órgãos reprodutivos do inseto (Christenson & Foote, 1960). Muitos fatores podem interferir na capacidade atrativa dos compostos utilizados nas iscas tóxicas, tais como a idade dos insetos, plantas hospedeiras e condições fisiológicas (Piñero et al., 2002; Thomas et al., 2008).

Devido aos diversos fatores que atuam sobre a interação inseto-atrativo, dificilmente será encontrado um composto efetivo com comportamento regular para todas as espécies e populações de moscas-das-frutas, nas diversas frutíferas hospedeiras (Díaz-Fleischer et al., 2009). Por isso, dois fatores principais devem ser considerados na escolha dos atrativos para formulação de iscas tóxicas: a capacidade atrativa - favorecendo a aproximação do inseto a isca tóxica, e a capacidade fagoestimulante ou resposta alimentar (Moreno & Mangan, 2003;

Vargas et al., 2002) - ampliando o consumo da isca e permitindo uma intoxicação rápida dos indivíduos. A avaliação da resposta alimentar é fundamental para inseticidas com baixa ação de contato e fumigação.

Outra característica desejável dos atrativos empregados para manejo de mosca-das-frutas é a especificidade, preservando os inimigos naturais e polinizadores (Gravena, 2005). Especialmente na cultura da macieira, a presença de apiários próximos aos pomares é frequente durante todo o ano, sendo que as colméias são mantidas para favorecer a polinização e a frutificação efetiva das plantas (Bleicher et al., 1986). Nestes casos, iscas tóxicas formuladas com atrativos generalistas podem prejudicar as abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) e outros inimigos naturais presentes nos pomares.

Vargas et al. (2002) salientam que para o manejo da mosca-das-frutas, deve-se enfatizar o emprego de proteínas e ingredientes ativos seletivos, evitando aqueles de amplo espectro. Os autores destacam o espinosade como uma das substâncias menos tóxicas e mais seletivas, com possibilidade de emprego para controle de moscas-das-frutas. O espinosade é apontado por Ruiz et al. (2008) como o provável substituto da malationa nas futuras formulações de iscas tóxicas, por ser eficiente e apresentar baixa persistência no ambiente e pouco risco de intoxicação a vertebrados (Thompson & Hutchins, 1999). O inseticida é composto por duas espinosinas A e D derivadas da fermentação aeróbica de *Saccharopolyspora spinosa* (Thompson et al., 2009), sendo ativo para o controle de moscas-das-frutas em baixas doses de aplicação (Stark et al., 2004).

A primeira formulação de iscas tóxica com espinosade comercializada no Brasil recebeu o nome comercial de Success 0,02 CB[®] (Agrofit, 2010) sendo conhecido em outros países como GF-120 (Dow Agroscienses, 2001). O produto é uma mistura de proteína hidrolisada de milho, açúcar invertido, óleo, goma, sorbato e acetato de amônia (Moreno & Mangan, 2003), além do inseticida espinosade a 0,02%. Trabalhos conduzidos em gaiolas por Santos-Neto et al. (2004) para controle de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) e *Anastrepha obliqua* (Macquat, 1935) (Diptera: Tephritidae); em laboratório por Raga e Sato (2005) para *C. capitata* e *A. fraterculus* e Zanardi (2011) para *C. capitata* indicam que a formulação é promissora para manejo destas espécies. Da mesma forma que as iscas tóxicas convencionais, a formulação requer frequentes reaplicações, especialmente quando exposta a chuvas (Revis et al., 2004).

Outro fator limitante é a capacidade atrativa da formulação, conforme relatam Prokopy et al. (2003) ao avaliarem o comportamento de *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) (Diptera: Tephritidae) na cultura do melão, os autores questionam a eficiência atrativa da isca tóxica. Pelz et al. (2005) em testes com *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867) (Diptera: Tephritidae) em macieiras nos EUA também observaram que a eficiência do GF - 120 depende do contato direto do inseto com a formulação, indicando a baixa eficiência atrativa da isca.

Uma nova formulação de isca tóxica para controle de *A. fraterculus* foi desenvolvida visando o controle da espécie em macieira. A isca tóxica ANAMED (ANA), anteriormente chamada Anarosa, contém o liberador SPLAT® (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) (Mafra-Neto et al., 2007) e o inseticida espinosade além de atrativos identificados pela Empresa Isca Tecnologias Ltda. A formulação promove a liberação continua destes compostos protegendo-os da ação de fatores ambientais como radiação solar e chuva.

Neste trabalho foi avaliada a resposta alimentar de *A. fraterculus* às formulações ANAMED comparadas às iscas tóxicas comumente empregadas pelos produtores. Também foi avaliado o efeito da exposição dos tratamentos a presença e ausência de chuvas sobre a eficiência das iscas tóxicas utilizando simuladores de chuva com avaliação da mortalidade em laboratório.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS.

3.2.1 Avaliação da mortalidade de *Anastrepha fraterculus* às iscas tóxicas e determinação do tempo letal médio (TL50).

Os estudos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves, RS, utilizando *A. fraterculus* criada em mamão papaia (*Carica papaya*) como substrato de oviposição e desenvolvimento larval (Machota Júnior et al., 2010), em salas climatizadas com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram feitas oito repetições de cada tratamento avaliado (Tabela 2), cada uma composta por dois casais de moscas com 10 dias de idade provenientes da criação de manutenção.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos utilizados nos testes de laboratório. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

	Tratamento	SPLAT® (%)	Atrativo M7 (%)	Inseticida (%)
1	ANA 01	23	24,20	Espinosade - 0,1
2	ANA 02	40	24,20	Espinosade - 0,1
3	ANA 03	49	24,20	Espinosade - 0,1
4	ANA 04	49	20,20 (menos 4% proteína)	Espinosade - 0,1
5	ANA 05	49	20,20 (menor 4% açúcar)	Espinosade - 0,1
6	Success 0,02 CB®	0	0	Espinosade - 0,008
7	Biofrut® + Malathion	0	0	Malathion - 0,15
8	Testemunha	0	0	0

A proteína hidrolisada Biofrut® por ser passível de sofrer alterações nos teores de proteína bruta e açúcares totais, foi analisada antes da diluição pelo laboratório da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, sendo encontrados valores de 22,18 % para proteína bruta e 2,25% para açúcares totais.

As formulações ANA foram fornecidas pela Isca Tecnologias Ltda (Ijuí - RS) sendo apresentadas para pronto uso – sem adição de água. A formulação Success 0,02 CB® foi diluída em água destilada na proporção de uma parte de Success 0,02 CB® para 1,5 de água e a isca tóxica Biofruit® (3%) + Malathion 1000 CE (0,15%) foi preparada em um litro de água destilada.

Como substrato de deposição das iscas tóxicas foi utilizado discos foliares de citros (Figura 1) com 3,0 cm de diâmetro, por apresentarem epiderme foliar com rugosidade e serosidade intermediária em relação às espécies nativas normalmente encontradas próximas aos pomares comerciais de maçãs. Para a aplicação das iscas tóxicas foram utilizadas seringas plásticas de 5 mL de capacidade, sobre os discos foliares na dose de 0,4 mL, formando uma deposição de aproximadamente 4,0 mm de diâmetro por ponto.

Após a aplicação dos tratamentos, os discos foliares permaneceram a sombra por um período de três horas quando foram fornecidos aos adultos de *A. fraterculus* no interior das gaiolas confeccionadas com recipientes plásticos transparentes (500 mL) perfurados no fundo (Figura 1).

As gaiolas foram acopladas 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 a formulação de isca tóxica a ser avaliada.

A mortalidade de insetos foi avaliada após 4, 10, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após o fornecimento (HAF). Os dados de mortalidade, utilizados para montagem dos gráficos (Figura 3) foram corrigidos utilizando a fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981).

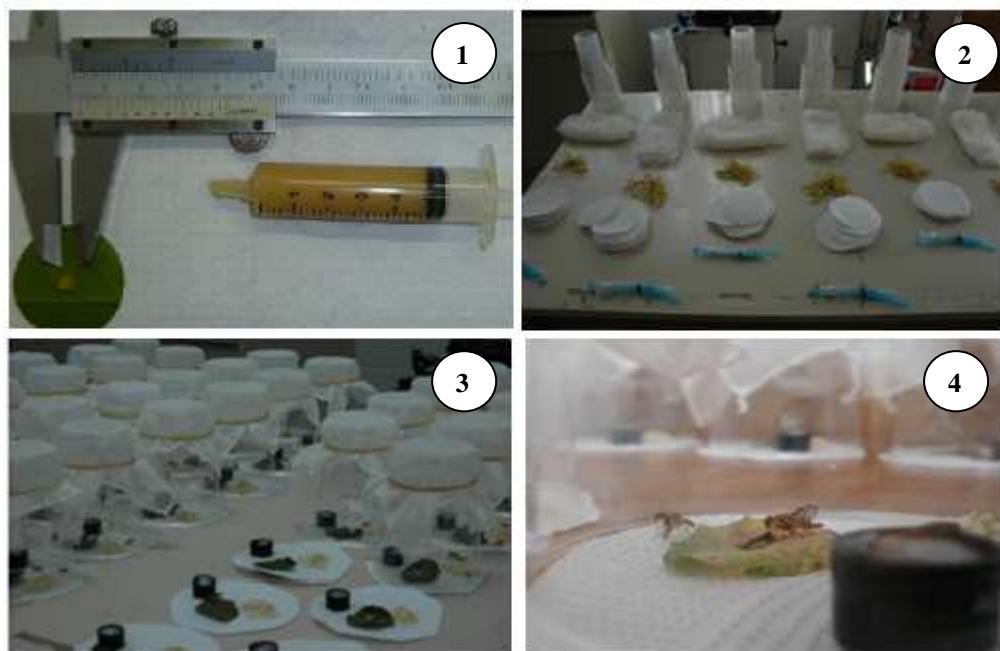


Figura 1. 1- Metodologia de aplicação dos tratamentos sobre folhas de citros e aferição de dose; 2 – Partes constituintes das gaiolas antes da montagem do experimento; 3 – montagem das gaiolas; 4 – moscas-das-frutas alimentando-se dos tratamentos. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

3.2.2 Persistência de iscas tóxicas para o controle de *Anastrepha fraterculus* com e sem chuva simulada.

As iscas tóxicas previamente selecionadas no ensaio de resposta alimentar (item 3.2.1): ANA 02 e ANA 03, bem como os padrões Success 0,02 CB®, Biofrut® (3%) + Malathion 1000 CE (0,15%) e testemunha absoluta foram aplicadas sobre folhas de mudas de citros cultivadas em vasos no interior de casa-de-vegetação da Embrapa Uva e Vinho com aproximadamente 1 m de altura, seguindo a mesma metodologia do experimento de eficiência em laboratório (Figura 2) aplicando cada tratamento em quatro plantas. Passados 1, 7, 14, 21,

28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos, folhas contendo as iscas foram trazidas 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 resposta alimentar (item 3.2.1).

Após a condução e análise dos ensaios de eficiência e persistência na ausência de precipitação, as duas formulações de iscas tóxicas ANA que apresentaram melhor desempenho foram submetidas ao ensaio de chuva simulada, comparadas a Success 0,02 CB® (40%) e Biofruit® (3%) + Malathion 1000 CE (0,15%) utilizando a mesma metodologia de aplicação. Os tratamentos foram constituídos de duas lâminas de chuva (20 e 50 mm) por um período de 24 e 60 minutos correspondendo a uma intensidade de 50 mm.h⁻¹. Após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram mantidas em condição ambiente para a secagem da superfície foliar por três horas. Em seguida, as folhas foram coletadas e transferidas ao Laboratório de Entomologia para a avaliação da mortalidade em adultos de *A. fraterculus*. No laboratório, o experimento foi conduzido de acordo com a metodologia descrita para o experimento de resposta alimentar.



Figura 2. 1 – Mudas de citros em estufa durante os testes de persistência e chuva e 2 – Simulador de chuva. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos de laboratório foi o inteiramente casualizado com oito repetições, sendo 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 ($p<0,05$).

Para o cálculo da TL50 e TL99, 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.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

3.3.1 Avaliação da resposta alimentar às iscas tóxicas e determinação do tempo letal médio (TL50) sobre *Anastrepha fraterculus*.

Os resultados obtidos para mortalidade de *A. fraterculus* 4 horas após o fornecimento (HAF) indicam que as diferentes concentrações de espinosade nas iscas ANA e na isca Success 0,02 CB[®] não tiveram influência significativa na mortalidade dos insetos (Tabela 3). Esse mesmo comportamento foi observado por Raga e Sato (2005) em iscas contendo 0,008%, 0,0008% e 0,0004% do inseticida para adultos de *A. fraterculus* com 5 a 7 dias de idade privados de alimento e água por 12 horas. Neste trabalho, tais recursos foram disponibilizados aos insetos durante todo o período de avaliações.

Quatro horas após o fornecimento (HAF) a porcentagem do liberador SPLAT[®] presente nas formulações ANA teve influência significativa ($p<0,05$) na mortalidade dos insetos, sendo que as formulações ANA 02 ($0,86 \pm 0,14$ insetos mortos) com 40% de SPLAT[®] apresentou maior mortalidade que as formulações ANA 03 ($0,29 \pm 0,18$) com 49% de SPLAT[®], sendo semelhante ao tratamento com Biofrut[®] + Malathion ($1,29 \pm 0,18$). Testes realizados por Raga e Sato (2005) com adultos de *A. fraterculus* com 5 a 7 dias expostos por 4 horas à isca Success 0,02 CB[®] com diferentes concentrações de espinosade (0,008%, 0,0008% e 0,004%) e iscas tóxicas contendo fosforados e piretróide mais proteína hidrolisada demonstraram mortalidades superiores nas formulações contendo malathiona, deltametrina e fentiona que aquelas contendo espinosade.

Passadas 4 HAF, as iscas ANA 03 ($0,29 \pm 0,18$) e ANA 04 ($0,43 \pm 0,20$) apresentaram baixa mortalidade de moscas, possivelmente pela influência da maior quantidade de SPLAT[®] presente nestas formulações. Esta hipótese se baseia no fato do liberador provocar o retardamento da liberação dos atrativos presentes nas iscas tóxicas diminuindo a capacidade fagoestimulante aos insetos. Um dos atributos da formulação SPLAT[®] é reter em sua estrutura

os ativos (inseticidas e atrativos alimentares), promovendo a liberação gradual destes compostos para o ambiente (Mafra-Neto et al., 2007).

Passadas 10 HAF foi observado que as diferentes concentrações de SPLAT® não influenciaram a mortalidade de insetos de forma significativa ($p<0,05$). As formulações ANA 01 ($2,14 \pm 0,26$) com 23% de SPLAT®, ANA 02 ($1,43 \pm 0,20$) com 40% de SPLAT® e ANA 03 ($1,43 \pm 0,20$) com 49% de SPLAT® comportaram-se de forma semelhante, sendo comparáveis ao tratamento Biofrut®+ Malathion ($2,14 \pm 0,32$) (Tabela 3).

Na décima HAF, a composição dos atrativos passou a influenciar na resposta alimentar dos insetos sendo observado que a isca ANA 04 ($0,57 \pm 0,20$), com 4% menos de proteína – apresentou mortalidade comparável ($p<0,05$) a testemunha ($0,00 \pm 0,00$) e Success 0,02 CB® ($0,71 \pm 0,18$).

Passadas 10 HAF, a eficiência do atrativo ANA 01 ($2,14 \pm 0,26$) foi superior ao Success 0,02 CB® ($2,14 \pm 0,26$) e semelhante ao Biofrut®+ Malathion ($2,14 \pm 0,32$). Borges et al. (2010) observaram resultados semelhantes ao compararem formulações de ANA contendo espinosade (0,2%; 0,1% e 0,05%) com o Success 0,02 CB® em laboratório sobre *A. fraterculus*.

Na décima sexta HAF, o efeito negativo da redução da dose de proteínas na isca ANA 04 ($1,57 \pm 0,20$) manteve reflexos na resposta alimentar dos insetos quando comparada a ANA 01 ($2,17 \pm 0,18$) e Biofrut®+ Malathion ($2,71 \pm 0,29$). A restrição de fontes de carboidrato no tratamento ANA 05 ($2,00 \pm 0,31$) teve menor impacto na redução da capacidade fagoestimulante da isca tóxica. A partir da vigésima quarta HAF a eficiência de todas as iscas tóxicas foi semelhante até a conclusão das avaliações 96 HAF.

Considerando os dados de tempo letal - TL50 (Tabela 4), observa-se que a isca tóxica Biofrut®+ Malathion teve menor tempo letal que as demais formulações, possivelmente devido ao efeito de contato e fumigação da malationa (Matsumura, 1975). As formulações ANA apresentaram TL50 diretamente proporcional ao aumento do liberador SPLAT® nas formulações, reforçando a hipótese do retardamento da liberação dos ativos durante as primeiras horas.

Tabela 3: Número médio de insetos mortos (N ± EP) de adultos de *Anastrepha fraterculus* – dados transformados - aos 4, 10, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após o fornecimento (HAF) dos experimentos em laboratório. Temperatura de 25±2 °C, umidade relativa de 75±15% e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamento	HAF - HORAS APÓS O FORNECIMENTO							
	4		10		16		N±EP	N±EP
	N±EP	N±EP	N±EP	N±EP	N±EP	N±EP		
1 ANA 01 23% SPLAT®	0,71 ± 0,18	ABC d	2,14 ± 0,26	A c	2,71 ± 0,18	A bc		
2 ANA 02 40% SPLAT®	0,86 ± 0,14	A c	1,43 ± 0,20	AB bc	2,00 ± 0,22	AB b		
3 ANA 03 49% SPLAT®	0,29 ± 0,18	B c	1,43 ± 0,20	AB b	1,86 ± 0,14	AB b		
4 ANA 04 49% SPLAT®	0,43 ± 0,20	B c	0,57 ± 0,20	BC c	1,57 ± 0,20	B b		
5 ANA 05 49% SPLAT®	0,57 ± 0,20	ABC c	1,14 ± 0,26	B c	2,00 ± 0,31	AB b		
6 Success 0,02 CB®	0,57 ± 0,20	ABC c	0,71 ± 0,18	BC c	2,29 ± 0,18	AB b		
7 Biofrut® + Malathion 1000 CE	1,29 ± 0,18	A d	2,14 ± 0,32	A cd	2,71 ± 0,29	A bc		
8 Testemunha	0,00 ± 0,00	C a	0,00 ± 0,00	C a	0,14 ± 0,14	C a		
Tratamento	24		48		72		96	
	N±EP		N±EP		N±EP		N±EP	
	3,57 ± 0,30	A ab	3,57 ± 0,30	A ab	3,71 ± 0,18	A ab	3,86 ± 0,14	A a
1 ANA 01 23% SPLAT®	3,29 ± 0,29	A a	3,71 ± 0,29	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
2 ANA 02 40% SPLAT®	3,00 ± 0,30	A a	3,43 ± 0,30	A a	3,57 ± 0,30	A a	3,57 ± 0,30	A a
3 ANA 03 49% SPLAT®	3,43 ± 0,18	A a	3,71 ± 0,18	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
4 ANA 04 49% SPLAT®	3,29 ± 0,14	A a	3,86 ± 0,14	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
5 ANA 05 49% SPLAT®	3,57 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
6 Success 0,02 CB®	2,71 ± 0,20	A bc	3,57 ± 0,20	A ab	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
7 Biofrut® + Malathion 1000 CE	0,43 ± 0,20	B a	0,43 ± 0,20	B a	0,43 ± 0,20	B a	0,43 ± 0,20	B a

* Médias 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; HAF = horas após o fornecimento dos tratamentos.

Quanto aos valores de TL50, foram observados os maiores valores na isca tóxica Success 0,02 CB® (12,61 h) e as iscas ANA com maior quantidade de liberador SPLAT® (49%) – ANA 03 (15,68 h), ANA 04 (15,50 h) e ANA 05 (13,01 h), porém estas mesmas formulações, exceto ANA 03, foram as que apresentaram menores valores de TL99. O comportamento da mortalidade das moscas-das-frutas para os tratamentos Success 0,02 CB® (62,04 h), ANA 04 (85,39 h) e ANA 05 (84,95 h) segue uma tendência exponencial (Figura 3) indicando um efeito retardado destes tratamentos, que aumenta à medida que o tempo passa.

Tabela 4: Tempo letal médio (TL50) e (TL99) de iscas tóxicas para *Anastrepha fraterculus* em laboratório. Temperatura de 25±2 °C, umidade relativa de 75±15% e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamento	TL ₅₀ (IC 95%)	TL ₉₉ (IC 95%)	Equação de Regressão	χ ² (g.l.) ⁵
Ana 01	9,39 (6.61-12.22)	132,89 (80.62-305-19)	y = 3.034 + 1.348logx	3.31*
Ana 02	11,78 (7.18-17.08)	113,00 (56.03-648,70)	y = 2.367 + 2.203logx	5.43* ^a
Ana 03	15,68 (12.13-19.73)	178,43 (105.01-440.27)	y = 1.263 + 3.139logx	2.03* ^a
Ana 04	15,50 (8.32-26.34)	85,39 (41.44-1413.75)	y = 2.462 + 2.370logx	12.21* ^a
Ana 05	13,01 (8.86-17.94)	84,95 (47.6-320.58)	y = 1.820 + 2.855logx	5.18* ^a
Success 0,02 CB®	12,61 (7.83-18.64)	62,04 (34.33-348-21)	y = 1.300 + 3.362logx	12,38*
Biofrut®+Malathion	8,71 (5.64-11.77)	191,49 (96.74-712.20)	y = 3.370 + 1.733logx	3.51* ^a

* não significativo pelo teste do qui-quadrado, a 5% de probabilidade do erro

^a g.l.= 4

Os valores de TL50 das formulações ANA com menor concentração de SPLAT®, ANA 01 (9,39 h) com 23% de SPLAT® e ANA 02 (11,78 h) com 40% de SPLAT® tiveram comportamento semelhante à isca Biofrut® + Malathion (8,71 h) sendo inferiores aos demais tratamentos. No entanto, quando se analisa a TL99, os tratamentos - ANA 01 (132,89 h), ANA 02 (113,00 h) e Biofrut® + Malathion (191,49 h) foram os mais elevados, apresentando comportamento próximo à linearidade decrescente das linhas de tendência dos gráficos (Figura 3), o que indica que estas formulações apresentam efeito de choque inicial sobre os insetos, porém este comportamento diminui de forma progressiva. Raga e Sato (2005) observaram mesmo efeito de choque sobre *A. fraterculus* utilizando a proteína Aumax® + Fentiona em avaliações de laboratório por 4 horas.

Os resultados obtidos indicam que o aumento da quantidade do liberador SPLAT® na formulação ANA reduz o efeito de choque das iscas tóxicas contendo espinosade, porém

favorece o aumento progressivo da eficiência dos tratamentos. Restrições de atrativos proteicos tendem a provocar menor resposta alimentar que de carboidratos nas iscas tóxicas ANA.

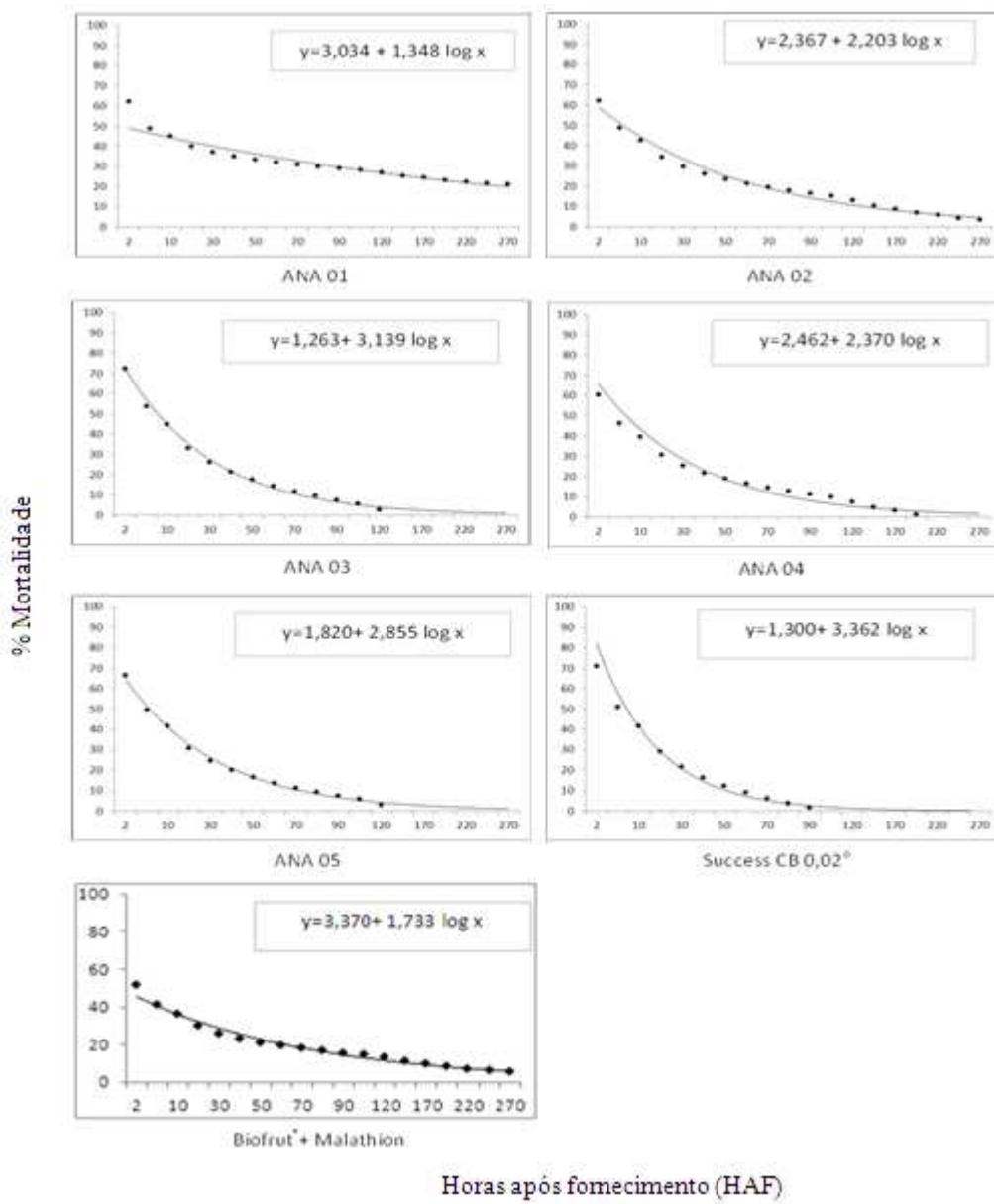


Figura 3. Efeito de iscas tóxicas sobre adultos de *Anastrepha fraterculus* em diferentes períodos na ausência de precipitação pluviométrica. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $75 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

3.3.2 Persistência de iscas tóxicas para o controle de *Anastrepha fraterculus* com e sem chuva simulada.

Nas avaliações de persistência das iscas tóxicas sem a influência de chuva, não foram observadas diferença significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos avaliados a 1 e 7 DAF (Tabela 5).

Aos 14 DAF, os tratamentos Success 0,02 CB[®] ($3,29 \pm 0,18$) e Biofrut[®] + Malathion ($4,00 \pm 0,00$) foram superiores ao tratamento ANA 04 ($2,86 \pm 0,14$) indicando novamente um reflexo negativo na restrição dos teores de proteína na isca tóxica.

A partir dos 21 DAF foi observado que a formulação ANA 01 ($1,43 \pm 0,20$), com menor concentração de SPLAT[®] (23%) perdeu eficácia de forma progressiva, apresentando valores de mortalidade semelhantes às formulações ANA 04 ($2,14 \pm 0,14$) com 4% a menos de proteína e ANA 05 ($2,00 \pm 0,22$) com 4% a menos de açúcar.

A partir dos 28 DAF, a isca tóxica Biofrut[®] + Malathion ($1,86 \pm 0,14$) apresentou valores comparáveis ($p<0,05$) a ANA 03 ($3,43 \pm 0,20$). Os tratamentos ANA 04 ($1,43 \pm 0,20$) e ANA 01 ($1,57 \pm 0,20$) apresentaram os menores valores de mortalidade entre os tratamentos ANA.

Aos 35 DAF os tratamentos ANA 02 ($1,29 \pm 0,18$), ANA 03 ($2,00 \pm 0,31$) e Success 0,02 CB[®] ($2,00 \pm 0,31$) foram superiores aos demais tratamentos, sendo equivalentes entre si. Diferentemente dos resultados obtidos por Zanardi (2011) que não obteve eficiência aos 28 dias após aplicação de iscas tóxicas contendo espinosade (0,1%, 0,2 e 0,008%) em testes de laboratório, indicando que *C. capitata* tem resposta diferente de *A. fraterculus* quanto a dose letal. Os tratamentos ANA 01 ($0,43 \pm 0,20$), ANA 04 ($0,86 \pm 0,26$), ANA 05 ($0,86 \pm 0,26$) e Biofrut[®] + Malathion ($0,57 \pm 0,20$) não diferiram da testemunha ($0,14 \pm 0,14$). Com base nestes resultados, foram selecionadas as iscas ANA 02 e ANA 03 para avaliação do efeito da chuva simulada.

Nos testes de persistência à chuva tanto para lâminas de 20 mm como para 50 mm os tratamentos ANA foram superiores às demais iscas tóxicas – Success 0,02 CB[®] e Biofrut[®] + Malathion (Tabela 6). O efeito prejudicial da chuva sobre essas formulações fora relatado por diversos autores (Revis et al., 2004; Raga, 2005; Monteiro & Fabbini, 2007).

Tabela 5: Número médio de insetos mortos (N ± EP) de adultos de *Anastrepha fraterculus* – dados corrigidos - 1, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o fornecimento (DAF) das iscas tóxicas em laboratório. Temperatura de 25±2 °C, umidade relativa de 75±15% e fotofase de 12 horas. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 2009.

Tratamento	1 DAF		7 DAF		14 DAF	
	N ± EP		N ± EP		N ± EP	
Ana 01	3,86 ± 0,14	A* a	4,00 ± 0,00	A a	3,29 ± 0,18	AB a
Ana 02	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	3,57 ± 0,20	AB a
Ana 03	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	3,29 ± 0,18	AB a
Ana 04	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	2,86 ± 0,14	B b
Ana 05	3,86 ± 0,14	A a	4,00 ± 0,00	A a	3,29 ± 0,18	AB a
Success 0,02 CB®	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
Biofrut®+Malathion	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a	4,00 ± 0,00	A a
Testemunha (água)	0,71 ± 0,18	B a	0,43 ± 0,20	B a	0,57 ± 0,20	C a

Tratamento	21 DAF		28 DAF		35 DAF	
	N ± EP		N ± EP		N ± EP	
Ana 01	1,43 ± 0,20	B b	1,57 ± 0,20	C b	0,43 ± 0,20	BC c
Ana 02	4,00 ± 0,00	A a	2,57 ± 0,20	AB b	1,29 ± 0,18	AB c
Ana 03	3,86 ± 0,14	A a	3,43 ± 0,20	A a	2,00 ± 0,31	A b
Ana 04	2,14 ± 0,14	B c	1,43 ± 0,20	C d	0,86 ± 0,26	BC d
Ana 05	2,00 ± 0,22	B b	2,14 ± 0,14	BC b	0,86 ± 0,26	BC c
Success 0,02 CB®	3,71 ± 0,18	A a	2,71 ± 0,29	AB b	2,00 ± 0,31	A b
Biofrut®+Malathion	3,71 ± 0,18	A a	1,86 ± 0,14	BC b	0,57 ± 0,20	BC c
Testemunha (água)	0,57 ± 0,20	C a	0,43 ± 0,20	D a	0,14 ± 0,14	C a

*Médias 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; DAF = Dias após o fornecimento dos tratamentos.

Tabela 6: Número médio de insetos mortos ($N \pm EP$) de adultos de *Anastrepha fraterculus* – dados corrigidos. Em 24, 48 e 72 horas após o fornecimento (HAF) de chuvas simuladas de 20 e 50 mm simulador artificial, com intensidade de 50 mm.h^{-1} . 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.

Tratamento	24 HAF		48 HAF		72 HAF	
	$N \pm EP$		$N \pm EP$		$N \pm EP$	
20 mm						
Ana 02	0,80 \pm 0,14	AB* b	2,55 \pm 0,15	A a	2,80 \pm 0,17	A a
Ana 03	1,05 \pm 0,11	A b	2,60 \pm 0,17	A a	2,85 \pm 0,17	A a
Success 0,02 CB®	0,50 \pm 0,11	B b	1,20 \pm 0,16	B a	1,40 \pm 0,11	B a
Biofrut®+Malathion	0,40 \pm 0,11	BC ab	0,55 \pm 0,11	C a	0,65 \pm 0,11	C a
Testemunha	0,00 \pm 0,00	C a	0,05 \pm 0,05	C a	0,10 \pm 0,07	D a
50 mm						
Ana 02	0,65 \pm 0,14	A b	1,40 \pm 0,15	A a	1,70 \pm 0,17	A a
Ana 03	0,60 \pm 0,11	A b	1,75 \pm 0,17	A a	2,05 \pm 0,17	A a
Success 0,02 CB®	0,05 \pm 0,11	B a	0,30 \pm 0,16	B a	0,30 \pm 0,11	B a
Biofrut®+Malathion	0,05 \pm 0,11	B a	0,10 \pm 0,11	B a	0,15 \pm 0,11	B a
Testemunha	0,00 \pm 0,00	B a	0,05 \pm 0,05	B a	0,10 \pm 0,07	B a

*Médias 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; HAF = horas após o fornecimento dos tratamentos.

Os testes indicaram que o efeito da chuva sobre as iscas tóxicas Success 0,02 CB® e Biofrut® + Malathion trouxe mais prejuízos à integridade das formulações que a exposição ao ambiente seco.

A ação do liberador SPLAT® nas iscas ANA favoreceu o aumento da persistência destes tratamentos aos fatores ambientais com reflexos na redução da ação de choque das formulações, possivelmente por retardar a liberação dos voláteis fagoestimulantes aos insetos. Existe uma relação inversamente proporcional entre durabilidade das formulações e o efeito de choque sobre os insetos.

A busca de atrativos com resposta alimentar maior é uma alternativa para que as iscas tóxicas possam aliar persistência a um efeito de choque rápido como aqueles observados nos tratamentos Biofrut® + Malathion e ANA 01.

3.4 CONCLUSÕES

1. As formulações contendo o inseticida espinosade: ANAMED – ANA 01, ANA 02, ANA 03, ANA 04 e ANA 05 e a isca comercial Success 0,02 CB® são eficientes quanto à resposta alimentar de *Anastrepha fraterculus*, sendo equivalentes à isca Biofrut® 3% + Malathion.
2. O aumento do liberador SPLAT® na formulação reduz a resposta alimentar de *Anastrepha fraterculus* às iscas tóxicas ANA nas primeiras quatro horas de exposição das moscas ao tratamento.
3. A redução de compostos proteicos nas formulações ANA provoca menor resposta alimentar que a redução de fontes de carboidrato.
4. Em condições de ausência de chuvas, as formulações ANA 03 e Success 0,02 CB® apresentaram repostas alimentarem para *Anastrepha fraterculus* por até 28 DAF. Os tratamentos ANA 02 e Biofrut® 3% + Malathion apresentaram repostas alimentarem por até 21 DAF.
5. As formulações ANA apresentam maior persistência à chuva simulada 20 mm e 50 mm, em comparação as formulações Success 0,02 CB® e Biofrut® 3% + Malathion.

4 EFEITO DE ISCA TÓXICA A BASE DE ESPINOSADE FORMULADA COM LIBERADOR SPLAT® PARA O CONTROLE DE *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), EM POMARES ORGÂNICOS DE MACIEIRA.

RESUMO

BORGES, RAFAEL. EFEITO DE ISCA TÓXICA A BASE DE ESPINOSADE FORMULADA COM LIBERADOR SPLAT® PARA O CONTROLE DE *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), EM POMARES ORGÂNICOS DE MACIEIRA. 2011. 76 f.. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

Anastrepha fraterculus (Wiedemann, 1830) é uma das principais pragas da macieira no sul do Brasil, especialmente nas pequenas propriedades onde as perdas podem ser totais. Dois experimentos foram conduzidos em pomares orgânicos de macieira na região de São Joaquim, SC para avaliação do efeito de aplicações de uma isca tóxica a base de espinosade formulada com liberador SPLAT®. ANAMED (SPLAT® 49,00% + atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1%) foi empregada na borda dos pomares para o controle da mosca-das-frutas sul-americana nas safras 2009/2010 e 2010/2011. A aplicação da isca toxica foi realizada quinzenalmente após o fim do raleio - frutos com até 20 mm de diâmetro – e conduzidas até a colheita da cultivar Gala. A isca foi distribuída nas plantas espontâneas da periferia dos pomares na dose de 1,5 kg/ha. A amostragem de adultos foi feita semanalmente com armadilhas McPhail e atrativo torula e as avaliações de dano em frutos na pré-colheita. As aplicações reduziram as populações do inseto nas armadilhas em 74,24% e 66,21% na safra 2009/10 e 2010/11, respectivamente, em comparação com a área testemunha. Mesmo com a redução nos níveis populacionais de adultos nas armadilhas, o dano nos frutos não diferiu significativamente na safra 2009/10 na área tratada com $18,31\% \pm 6,72$ e testemunha $30,99\% \pm 8,01$. Na safra 2010/11, a redução foi significativa com $79,67\% \pm 5,83$ na área tratada e $96,60\% \pm 1,37$ na testemunha. Conclui-se que a isca tóxica ANAMED tem efeito na redução nas capturas de adultos nas armadilhas, porém não impede o dano nos frutos.

Palavras-chave: Isca tóxica, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT®, espinosade, macieira.

ABSTRACT

BORGES, RAFAEL. **EFFECT OF TOXIC BAIT CONTAINING SPINOSAD AND SPLAT® FOR CONTROL OF *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) IN ORGANIC APPLE ORCHARDS.** 2011. 76 f. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

Anastrepha fraterculus (Wiedemann, 1830) is an important pest in apple orchards in southern Brazil, especially in small farms where losses may be total. The test was conducted during two growing seasons 2009-10 and 2010-11, beginning at the end of thinning when fruits measured 20 mm in diameter, and continued until harvest. The ANA 03 formulation was distributed in the borders on natural vegetation and reapplied every two weeks. Sampling of captured adults was measured weekly in McPhail traps with torula yeast attractant. Damage evaluations were performed at the beginning of the harvest. Application of ANA 03 reduced the South American fruit fly populations by 74,24% and 66,21% in the first and second seasons respectively, when compared with the control fields. Even with a population reduction, the fruit damage did not differ significantly between treatments: ANA 03 (18,31% \pm 6,72) and control (30,99% \pm 8,01) in the first season. In the following year, the reduction in fruit damage was significantly different in the treated area (79,67% \pm 5,83) compared to the control (96,60% \pm 1,37). The toxic bait formulation ANA 03 has a significant impact on reducing *A. fraterculus* populations; however, it does not prevent flies from migrating into orchards.

Key words: toxic bait, *Anastrepha fraterculus*, ANAMED, SPLAT®, spinosad, apple orchard.

4.1 INTRODUÇÃO

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* é uma das principais pragas da cultura da macieira no Sul do Brasil, com destaque para os pomares estabelecidos em pequenas propriedades, em tais condições as perdas podem ser totais (Ribeiro et al., 1995). As fêmeas originárias de hospedeiros primários se deslocam a procura de alimento e sítios de oviposição para os pomares de macieiras (Nora et al., 2000). O ataque aos frutos tem início logo após o raleio (novembro), estendendo-se até a colheita (Ribeiro, 1999). Quando os frutos são imaturos, o dano provocado pelo inseto é resultado de deformações devido a lesão causada pela oviposição, que aumentam a medida que os frutos crescem (Nora & Reis Filho,

1984). Além da deformação, são observadas estruturas parecidas à cortiça na polpa dos frutos imaturos devido a alimentação das larvas de primeiro ínstار, as quais não conseguem se desenvolver em frutos verdes. Quando as posturas ocorrem nos estádios finais de maturação as larvas se desenvolvem, não ocorrendo deformação externa (Orth et al; 1986).

O controle da mosca-das-frutas está baseado em aplicações de inseticidas em cobertura (Kovaleski & Ribeiro, 2003). Muitos produtos utilizados atualmente são os mesmos desenvolvidos há mais de 40 anos com destaque para os fosforados (Produção Integrada de Maçã, 2010). Esta realidade também é observada nas demais frutíferas de clima temperado atacadas pelas moscas-das-frutas (Aluja, 1994; Santos-Neto et al., 2004; Härter et al., 2010).

Uma opção empregada para minimizar o efeito das pulverizações em cobertura é a aplicação de iscas tóxicas a base de atrativos proteicos ou melaço misturados a inseticidas fosforados e água, aplicado nas bordas dos plantios, visto que os insetos não se encontram estabelecidos no interior dos pomares, migrando dos hospedeiros existentes nas áreas adjacentes (Kovaleski et al., 1999; Kovaleski et al., 2000).

As moscas-das-frutas necessitam de alimentos proteicos para maturação sexual, especialmente nos primeiros dias após a emergência (Orlando & Sampaio, 1973). Por esse motivo, as frações sexualmente imaturas da população do inseto respondem com maior intensidade aos compostos proteicos presentes nas iscas tóxicas (Robacker & Garcia, 1993; Robacker, 1998; Kovaleski et al., 2000). Na medida em que os insetos evoluem no estádio adulto, a influência de outros fatores passa a interferir na resposta das moscas às iscas tóxicas os quais podem ser de ordem ambiental, fisiológica, nutricional e reprodutiva (Prokopy & Roitberg, 1984; Bell, 1990; Simpson et. al., 1995; Aluja & Mangan; 2008), aumentando ou reduzindo o período em que as moscas são atraídas pelas iscas tóxicas durante as horas do dia (Malo & Zapien, 1994).

Apesar de favorecerem o controle localizado do inseto, as aplicações de isca tóxica a base de proteínas e inseticidas fosforados tem mostrado efeito negativo sobre insetos polinizadores, predadores e parasitóides (Emden & Peakall, 1996; Santos-Neto et al., 2004; Gravena, 2005; Zanardi, 2011).

Umas das opções aos fosforados são as iscas formuladas com o inseticida espinosade, derivado do actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa*. O inseticida tem sido eficaz no controle de diversas populações de moscas-das-frutas como *Anastrepha suspensa* (Loew, 1862) (Diptera: Tephritidae) (Burns et al., 2001); *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) e *Bactrocera cucurbitae* (Coquillet, 1899) (Diptera: Tephritidae) (Vargas et al., 2008b) *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) (Diptera: Tephritidae) (Moreno &

Mangan, 2000); *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock, 1994) (Diptera: Tephritidae) (Borges et al., 2008); *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (Vargas et al., 2001, 2002; Raga & Sato, 2005) e *Anastrepha fraterculus* (Raga & Sato, 2005). O espinosade destaca-se por apresentar baixa toxicidade a mamíferos, além de ser mais seletivo aos insetos benéficos (Ruiz et al., 2008), sendo recomendado para uso também na produção orgânica pelo Departamento de Agricultura dos EUA (United State Department of Agriculture, 2010) e no Brasil pelo IBD (Instituto Brasileiro de Biodinâmica, 2010).

No Brasil, a primeira formulação comercial de isca tóxica contendo espinosade foi o Success 0,02 CB®, sendo registrada para as culturas do citros e manga (Agrofit, 2010). A formulação deve ser misturada na proporção de 1 parte de produto para 1,5 partes de água e pulverizado em gotas de 4 a 6 mm de diâmetro, na densidade de 20 a 80 gotas por metro quadrado de copa das plantas em um volume de 1 a 1,6 litros de produto comercial por hectare, dose equivalente a 0,19 e 0,30 gramas de ingrediente ativo (espinosade) por hectare. (Compêndio de Defensivos Agrícolas, 2009). Em outros países como nos EUA e Canadá a formulação é chamada de GF-120 (Dow AgroSciences, 2001).

Em maçãs, experimentos realizados por Pelz et al. (2006) para o controle de *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867) (Diptera: Tephritidae) mostraram que a isca tóxica GF-120 reduziu o dano nas frutas, mas não impediu a presença da praga na cultura. Em laboratório, Raga e Sato (2005) avaliaram o efeito de diversas diluições da isca Success 0,02 CB® sobre *A. fraterculus*, demonstrando que a formulação foi eficaz no controle de adultos com até 5 dias de idade, equivalendo-se ao fosforado fentiona e ao piretróide deltametrina. Entretanto, alguns parâmetros devem ser aperfeiçoados para melhorar a eficiência da formulação especialmente a durabilidade dos ativos e a atratividade da isca tóxica (Prokopy et al., 2003; Pelz et al., 2006).

Uma nova formulação de isca tóxica contendo o inseticida espinosade foi desenvolvida tendo como base o liberador SPLAT® (Specialized Pheromone & Lure Application Technology) que permite a liberação prolongada e gradual do inseticida. O componente biologicamente inerte da formulação mantém os ingredientes ativos protegidos do efeito nocivo dos fatores ambientais, possibilitando a liberação progressiva e duradoura de voláteis atrativos (Mafra-Neto et al., 2007).

Experimentos realizados com iscas tóxicas contendo SPLAT® e espinosade indicaram maior persistência dos atrativos e do inseticida nas aplicações, mantendo elevados níveis de controle por períodos de tempo superiores às formulações comumente empregadas no controle da praga (Vargas et al, 2008, 2008b, 2010; Zanardi, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de aplicações de uma isca tóxica formulada em SPLAT® contendo o inseticida espinosade sobre *Anastrepha fraterculus* em pomares orgânicos de macieira.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Escolha da formulação.

A formulação utilizada no experimento foi selecionada com base nos resultados de laboratório e casa de vegetação (Capítulo 3). A isca ANAMED 03 (ANA 03) contendo como base SPLAT® 49% + o atrativo M7 24,20% + espinosade 0,1% foi selecionada por apresentar a maior resposta alimentar para *Anastrepha fraterculus* nos testes de persistência a seco aos 35 dias e após chuvas de 20 e 50 mm.

A dose aplicada foi de 1,5 kg da isca formulada por hectare, equivalente a 1,5 gramas de espinosade por hectare. Este volume foi utilizado para facilitar a aplicação da isca tóxica. A metodologia e frequência de aplicação foram adaptadas da recomendação da isca tóxica Success 0,02 CB® (Compêndio de Defensivos Agrícolas, 2009) que recomenda reaplicações a cada 14 dias, independentemente dos volumes de chuva registrados.

4.2.2 Escolha dos pomares.

Foram selecionados dois pomares orgânicos de macieiras com base nos seguintes critérios: a) possibilidade de divisão da área em dois blocos (tratada e testemunha) de tamanhos equivalentes e b) histórico de perdas significativas na produção causadas por *A. fraterculus*.

As áreas foram selecionadas juntamente com os técnicos responsáveis da Cooperativa Ecológica de Agricultores e Consumidores de São Joaquim e Região – ECONEVE de São Joaquim-SC. Os produtores disponibilizaram as áreas com a perspectiva futura de uso da formulação no sistema orgânico de produção.

Os dois pomares selecionados encontram-se localizados na linha Bentinho em São Joaquim, SC: Área 01 (28° 11' 13" S e 50° 03' 06" O), com 1,2 hectares e Área 02 (28° 12' 20" S e 50° 03' 22" O) com 2,76 hectares (Figura 4). Os pomares foram constituídos por plantios mistos das cultivares Gala e Fuji na proporção (1:3) e (1:2) respectivamente, em

fileiras alternadas, utilizando o porta-enxerto Marubakaido, o potencial produtivo médio das áreas é de 35 toneladas por hectare.

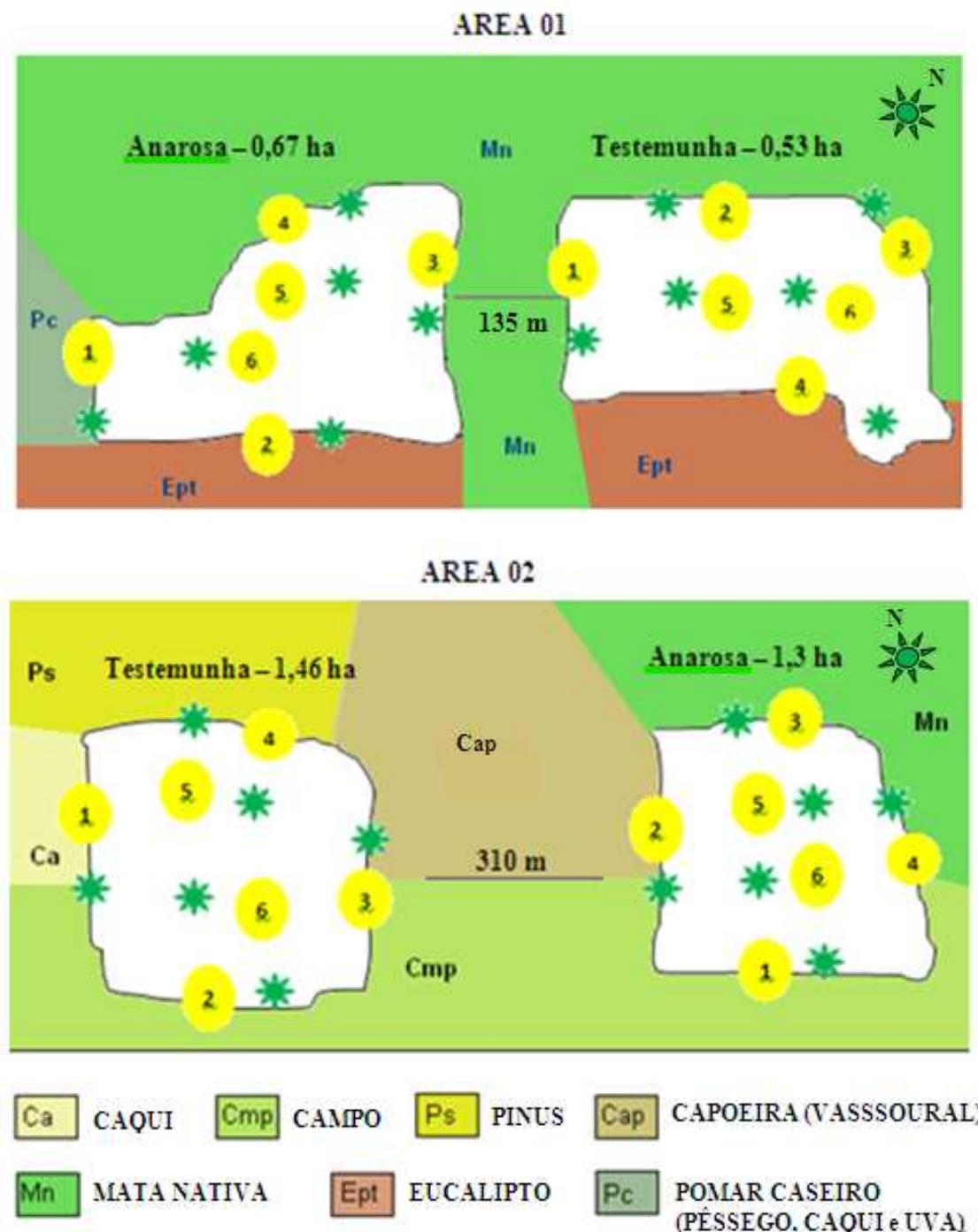


Figura 4. Croqui dos pomares de macieira onde foram conduzidos os experimentos com a isca tóxica ANAMED. Os círculos indicam a localização das armadilhas McPhail, as estrelas a posição das plantas amostradas e a vegetação característica de cada quadrante. Área 01 ($28^{\circ} 11' 13''$ S e $50^{\circ} 03' 06''$ O), com 1,2 hectares e Área 02 ($28^{\circ} 12' 20''$ S e $50^{\circ} 03' 22''$ O) com 2,76 hectares, localizadas na comunidade Bentinho no município de São Joaquim, SC.

As áreas são distanciadas de 2.700 metros em linha reta, na região o vento predominante é leste.

Cada pomar foi separado em duas áreas equivalentes: uma tratada com a isca tóxica ANA na periferia e uma testemunha, sem tratamento para o controle do inseto. O experimento foi conduzido durante a safra: 2009/2010 no período de 19/11/2009 a 29/01/2010 e 2010/2011 entre 26/11/10 a 10/02/11, período compreendido entre o estádio de frutos imaturos com 20 mm e a pré-colheita da Gala, fase de maior suscetibilidade das frutas ao ataque das moscas.

Na safra 2010/2011 foi registrado frio intenso na região de São Joaquim e incidência de geadas (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, 2011). O fenômeno provocou atraso no raleio e a queda de todas as frutas da Área 02. Por esta razão, no segundo ano os testes foram conduzidos apenas na Área 01.

4.2.3 Sistema de aplicação da isca tóxica

A isca tóxica ANA 03 foi depositada sobre a vegetação espontânea existente nas bordas do pomar na dose de 1,5 kg/ha. A aplicação foi realizada com um soprador portátil BG 86 C-E marca Sthil® com volume de deslocamento de ar de $810 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (Figura 5). Na ponteira do soprador foi acoplado um registro ligado a um tanque plástico com capacidade para três quilogramas de isca tóxica. Para a regulagem da vazão, foi considerada a velocidade de aplicação de $1,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ e uma área a ser coberta 400 metros lineares de borda por hectare. A vazão do equipamento foi mantida em $315 \pm 1,01$ gramas por minuto, sendo aplicados 3,75 gramas por metro linear, numa faixa de 1 metro de largura aproximadamente (3 metros de distância entre o bico de aplicação e as plantas). As aplicações iniciaram após os frutos atingirem 20 mm de diâmetro, estádio em que passam a ser susceptíveis ao ataque das moscas-das-frutas (Sugayama et al., 1997). As reaplicações foram quinzenais, sendo mantidas até a colheita do cultivar Gala.



Figura 5. Aplicação da isca tóxica ANAMED: 1 e 2 - equipamento de aplicação - soprador portátil BG 86 C-E marca Stihl®; 3 – aspecto da isca tóxica na embalagem e 4 – porções da isca tóxica sobre as plantas da borda do pomar.

4.2.4 Avaliação da eficiência

Em cada área (tratada e testemunha) foram instaladas quatro armadilhas tipo McPhail, modelo Bola® em cada quadrante do pomar, nas plantas de maçã mais próximas às divisas do pomar. Outras duas armadilhas foram localizadas no centro das áreas. O atrativo utilizado nas armadilhas foi a levedura Torula (Isca® Tecnologias Ltda) na proporção de três tabletes a cada 500 mL trocados a cada quinze dias. A distância mínima mantida entre as armadilhas foi de 25 metros. O monitoramento de *Anastrepha fraterculus* foi realizado semanalmente. Em cada monitoramento foi retirada uma mostra de 10% do total das moscas-das-frutas capturadas nas armadilhas para posterior identificação das espécies. As moscas foram conservadas em congelador sendo feita a identificação no final da safra 2010-2011.

Para amostragem de frutos foram marcadas seis plantas da cultivar Gala utilizando a mesma metodologia de distribuição as armadilhas, respeitando a distância de 15 metros entre

a armadilha de monitoramento e a planta marcada para amostragem. Sete dias antes do início da colheita foram retirados cinquenta frutos por planta, coletados nos quatro quadrantes, num total de 300 frutos por parcela. Os frutos foram avaliados quanto à presença de danos externos e cortados transversalmente para avaliação das marcas de cortiça ou a presença de larvas, não sendo avaliada a intensidade de danos, pois qualquer dano externo observado condene a fruta para o consumo *in natura* (Associação dos Produtores de Maçã, 2010) (Figura 6).

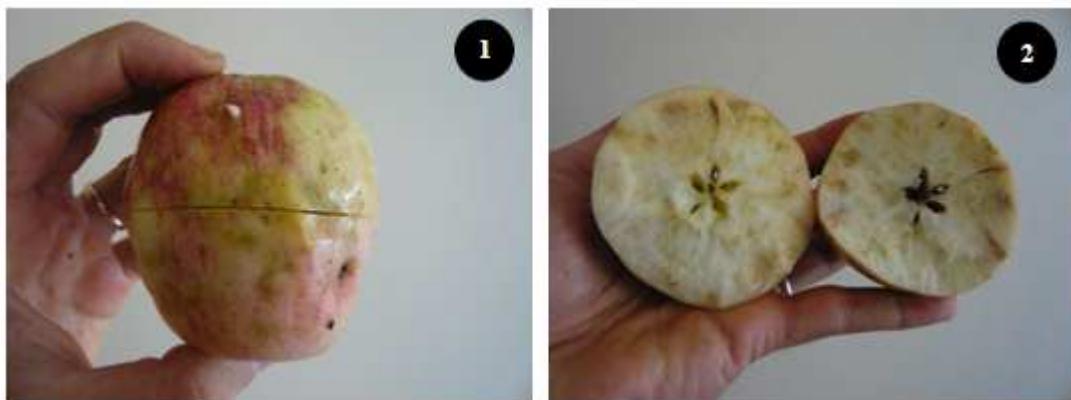


Figura 6. Danos causados por *Anastrepha fraterculus* em frutos de maçã: 1- deformação externa; 2 – mancha de cortiça na polpa das frutas.

4.2.5 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e cada armadilha instalada no pomar e planta amostrada foi considerada uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância não-paramétrica, utilizando o teste de Kruskal-Wallis. Os dados de monitoramento foram analisados pelo teste de comparações múltiplas de Student-Newman-Keuls, para danos em frutos utilizou-se o teste de Mann-Whitney, ambos a 5% de probabilidade, através o programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

Os dados de flutuação populacional e danos em frutos na safra 2009/2010 das duas áreas (01 e 02) foram analisadas em conjunto por terem apresentado comportamento equivalente.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação das espécies, feita com 110 indivíduos, mostrou que 93% das moscas-das-frutas capturadas eram da espécie *Anastrepha fraterculus*. Dados semelhantes são relatados por Ribeiro (1999) e Nora et al. (2000) com relação às populações de moscas-das-frutas no planalto Catarinense, esta informação foi utilizada para correção dos dados de captura.

Na safra 2009/2010 as aplicações da isca tóxica ANA reduziram o número total de moscas capturadas nas armadilhas em 74,24% quando comparadas com testemunha. O acme populacional na área testemunha ocorreu em 15/01/2010 com média de 1,98 moscas por armadilha por dia - MAD (Figura 7), mantendo índices acima de 0,78 MAD até a colheita (29/01/2010).

Na safra 2010/2011 acme populacional ocorreu no início das avaliações (02/12/2010) com 4,39 capturas em média por armadilha por dia na testemunha. As aplicações da isca tóxica reduziram as capturas de moscas nas armadilhas em 66,21% durante a safra 2010/2011.

Thomas e Mangan (2005) relatam reduções de capturas de *Anastrepha ludens* (Loew) em 47 a 63% em pomares de citros tratados com a isca tóxica GF – 120 durante duas safras no Texas – EUA. A isca foi aplicada a cada 14 dias na concentração de 0,008% via aérea. Pelz et. al. (2005) relata que aplicações de GF-120 reduziram a infestação de *R. pomonella* em pomares de macieira no Estado de Michigan – EUA, enquanto Yee (2007) observou reduções de 99% nas capturas de *R. pomonella* em pomares do Estado de Washington – EUA quando foi empregado o GF-120 diretamente sobre as macieiras.

Considerando o efeito das aplicações da isca ANA sobre as populações de *A. fraterculus*, foi observado um efeito significativo ($p<0,05$) na redução nas capturas nas armadilhas em 10 das 20 avaliações realizadas (Tabela 7). No entanto, em apenas uma avaliação (12/01/2011) foi observado ausência de capturas nas áreas tratadas, indicando que a aplicação da isca tóxica não impediu o acesso das moscas às áreas produtivas.

Este fato foi relatado por Pelz et al. (2005) em áreas de maçã e mirtilo pulverizadas com GF – 120 para controle de *Rhagoletis pomonella* e *R. mendax* (Curran, 1932) (Diptera: Tephritidae). Esse comportamento sugere que uma parcela da população imigrante de moscas-das-frutas não é atraída pela isca ANA, mas sim pelos frutos e a coloração amarela das armadilhas de monitoramento, pois o primeiro impulso das fêmeas adultas e casaladas é a busca por locais para oviposição, assim que chegam aos pomares (Kovaleski et al., 2000).

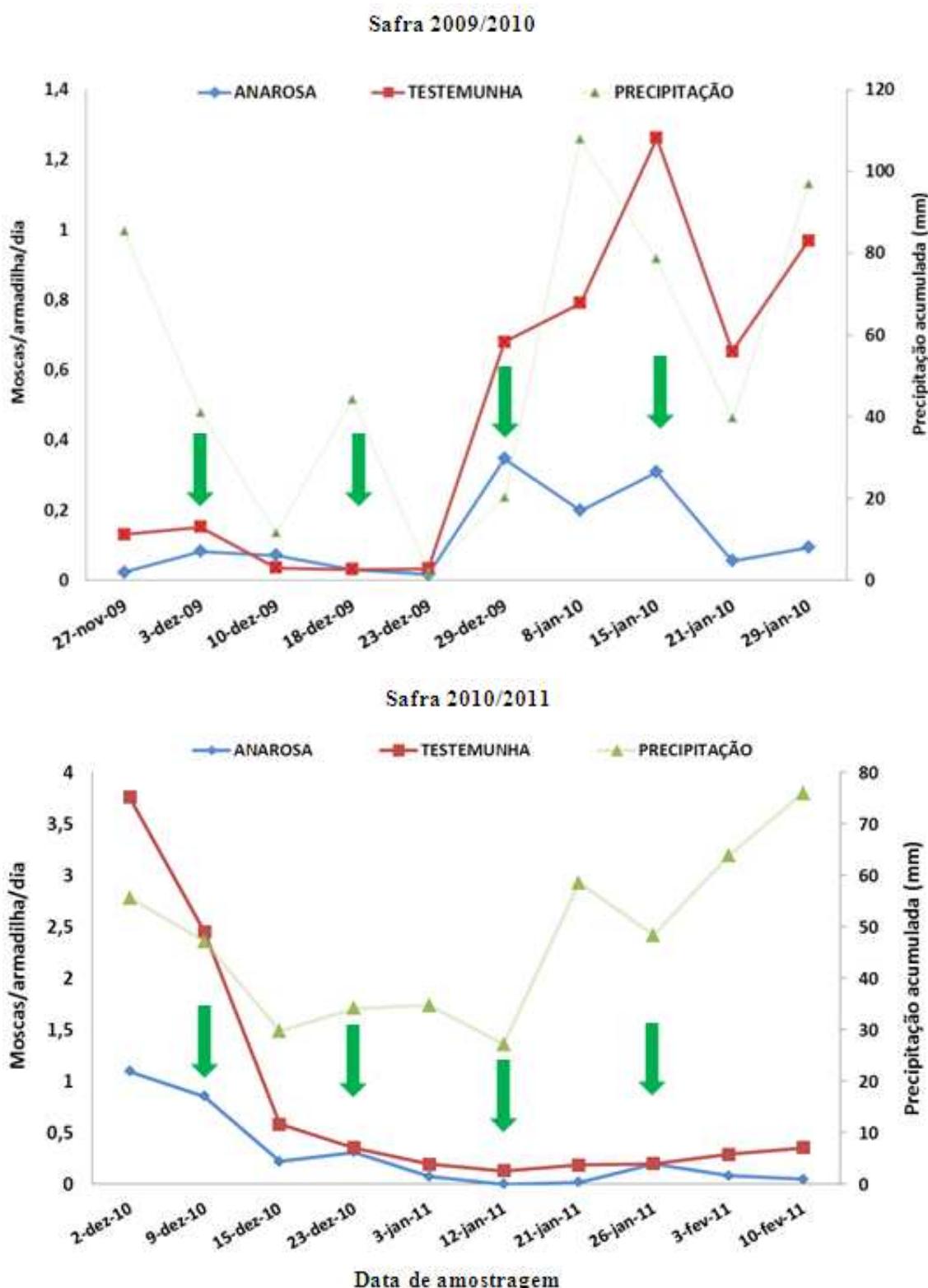


Figura 7. Médias diárias de capturas de adultos de *Anastrepha fraterculus* nas áreas tratadas com isca tóxica ANA e testemunha, por amostragem. As setas indicam as datas de aplicação em duas safras consecutivas em dois pomares orgânicos de maçãs da região de São Joaquim, SC. Dados de precipitação coletados pela Estação de Aviso Fitossanitários de São Joaquim. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (2011).

Tabela 7: Média por armadilha por dia e erro padrão de capturas de *Anastrepha fraterculus* em armadilhas Bola® iscadas com torula. Em pomares orgânicos de macieiras tratados com isca tóxica ANA e testemunha em duas safras consecutivas em São Joaquim, SC. Os valores em destaque são as médias em que o valor de MAD superou o nível de controle estabelecido para a cultura – 0,5 MAD.

NÚMERO MÉDIO DE ADULTOS DE <i>Anastrepha fraterculus</i> CAPTURADOS POR ARMADILHA POR DIA (MAD)										
2009/2010										
	27-nov	3-dez	10-dez	18-dez	23-dez	29-dez	8-jan	15-jan	21-jan	29-jan
ANAROSA	0,02 ± 0,01 a	0,08 ± 0,03 a	0,07 ± 0,04 a	0,03 ± 0,02 a	0,02 ± 0,02 a	0,35 ± 0,14 a	0,20 ± 0,06 a	0,31 ± 0,08 a	0,06 ± 0,03 a	0,09 ± 0,06 a
Testemunha	0,11 ± 0,04 a	0,15 ± 0,05 a	0,04 ± 0,02 a	0,03 ± 0,01 a	0,03 ± 0,02 a	0,68 ± 0,17 a	0,79 ± 0,17 b	1,26 ± 0,19 b	0,65 ± 0,12 b	0,97 ± 0,24 b
p -valor	0,11	0,42	0,52	0,81	0,63	0,08	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
2010/2011										
	2-dez	9-dez	15-dez	23-dez	3-jan	12-jan	21-jan	26-jan	3-fev	10-fev
ANAROSA	1,10 ± 0,66 a	0,86 ± 0,44 a	0,22 ± 0,19 a	0,31 ± 0,27 a	0,08 ± 0,08 a	0,00 ± 0,00 a	0,02 ± 0,02 a	0,20 ± 0,16 a	0,08 ± 0,08 a	0,05 ± 0,03 a
Testemunha	3,76 ± 1,34 b	2,45 ± 1,07 a	0,58 ± 0,24 a	0,35 ± 0,16 a	0,20 ± 0,04 b	0,13 ± 0,02 b	0,19 ± 0,05 b	0,20 ± 0,09 a	0,29 ± 0,14 b	0,36 ± 0,11 b
p -valor	0,05	0,23	0,09	0,30	0,05	<0,01	0,03	0,47	0,30	0,04

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

Quanto ao efeito das aplicações da isca ANA sobre o nível de controle estabelecido para *A. fraterculus* em maçãs no sul do Brasil – 0,5 MAD (Kovaleski & Ribeiro, 2003) – observou-se que nas áreas testemunhas foram registradas oito amostragens em que o nível de controle foi atingido, enquanto que nas áreas tratadas com ANA tal condição foi observada somente em duas avaliações. Estes eventos foram observados na safra 2010/2011 nos primeiros 15 dias de amostragens, indicando uma tendência progressiva no aumento do controle de adultos pela isca ANA.

Essa afirmação pode ser confirmada quando avaliado o impacto do tratamento sobre a população do inseto no decorrer das safras, através da razão entre o número médio de capturas nas áreas testemunhas e o número médio de capturas nas áreas tratadas com ANA observou-se aumento na eficácia da isca à medida que são feitas as reaplicações do produto nas bordas (Figura 8).

O efeito progressivo da isca ANA sobre a população da praga pode ser visto através das linhas de tendência, (Figura 8). Uma hipótese para esse comportamento é a atração dos insetos para as bordas após iniciadas as aplicações da isca, impactando de forma progressiva na redução das populações vizinha às áreas aplicadas. Outra possibilidade é a maior persistência da formulação (capítulo 3), permitindo que as aplicações se sobreponham melhorando assim a cobertura da área de bordadura com a isca. Kovaleski et al. (2000) salientam que as aplicações de isca tóxica devem ser intensificadas nos primeiros meses da fase reprodutiva das macieiras.

As linhas de tendência permitem observar que o impacto das aplicações da isca tóxica ANA foi semelhante na área 01 durante as duas safras analisadas, gerando ângulos semelhantes das retas lineares de tendência - 20° 08' na safra 2009/2010 e 20° 15' na safra 2010/2011. Este fato indica que a parcela da população de moscas sujeitas a ação da isca tóxica tende a se repetir entre as safras, possivelmente devido a constância das condições externas existentes como hospedeiros e microclima.

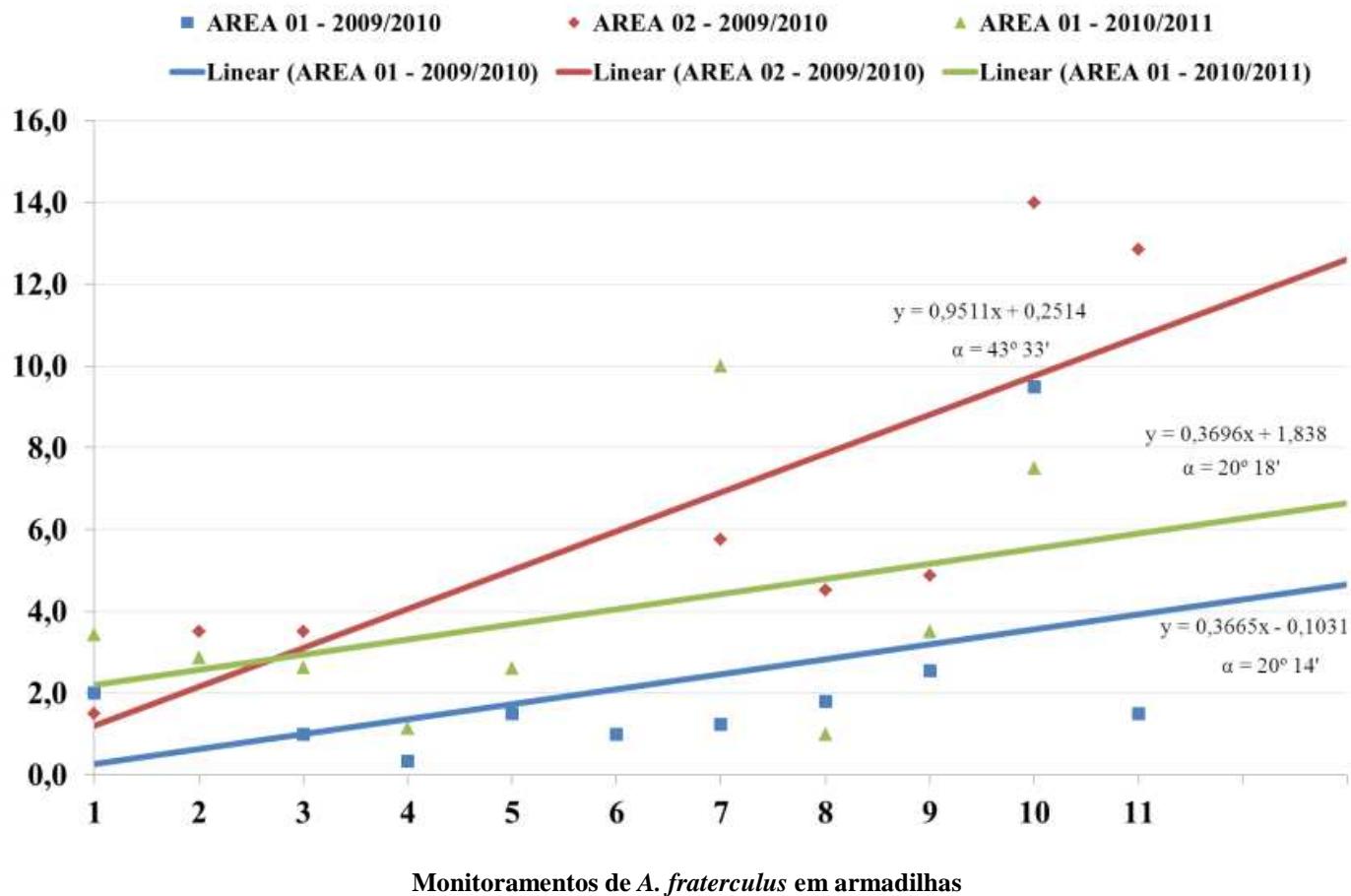


Figura 8. Linhas de tendência linear da razão entre as somas das médias de capturas (machos + fêmeas) de *Anastrepha fraterculus* no tratamento testemunha e tratamento isca tóxica ANA (eixo y), em onze datas de amostragens populacionais realizadas em dois pomares orgânicos de maçãs de São Joaquim, SC nas safras 2009/2010 e 2010/2011.

Com relação aos danos observados em frutos (Tabela 8), na safra 2009/2010 a redução de danos foi de 12,68 pontos percentuais (4.438 kg/ha) não apresentando diferença significativa ($p<0,87$) com relação à área testemunha. Foram observados apenas danos de deformação e formação de cortiça na polpa sem registro da presença de larvas na polpa.

No segundo ano de avaliação (Safra 2010/11) a redução de danos foi de 16,93 pontos percentuais (5.925 kg/ha). Com estes resultados observou-se que a aplicação da isca ANA nos pomares diminuiu significativamente as capturas de adultos nas armadilhas sem reduzir de forma proporcional os danos observados em frutos.

Tabela 8: Valores da porcentagem média de danos internos e externos de *Anastrepha fraterculus* em frutos da variedade Gala em pomares tratados com isca tóxica ANA e testemunha em duas safras consecutivas em dois pomares orgânicos de maçãs de São Joaquim, SC.

Safra 2009/2010		
Tratamento	% fruto com dano	
ANAMED	18.31 (\pm 6.72)	a*
Testemunha	30.99 (\pm 8.01)	a
p-valor	0,87	

Safra 2010/2011		
	% fruto com dano	
ANAMED	79,67 (\pm 5,83)	b*
Testemunha	96,60 (\pm 1,37)	a
p-valor	0,03	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p<0,05$)

Um das hipóteses para explicar a pequena redução de danos é a grande capacidade das fêmeas de *A. fraterculus* em provocar danos à produção. Barros (1986) relata que ao encontrar um fruto, a probabilidade de uma fêmea fazer puncturas é de 70%. Sugayama et al. (1997) relatam que uma fêmea de *A. fraterculus* pode causar grandes prejuízos pela facilidade em localizar maçãs entre ramos e folhas e que em cinco minutos pode fazer até sete puncturas, indicando que poucas fêmeas podem causar danos elevados.

Observa-se também que sem atingir-se o nível de controle determinado pela PIM – 0,5 mosca/frasco/dia - na área tratada durante a safra 2009/2010, os danos observados não

diferiram da testemunha - com cinco amostragens superiores ao nível de controle. Este fato demonstra que, em hipótese, para os pomares pequenos de macieira (até 3 hectares), tal nível estaria subdimensionado o que confirma a necessidade de ajustes como o nível cumulativo entre avaliações preconizado pela PIM (2010).

Os danos observados indicam que o uso da isca ANA nas bordaduras de pomares pequenos não pode ser indicado como única estratégia de manejo de *A. fraterculus*, sendo aconselhável em tais condições o emprego da isca tóxica dentro de uma estratégia de manejo integrado a outras práticas como controle das populações nos hospedeiros primários, aplicações em cobertura – para as áreas convencionais, e liberação de parasitoides conforme preconiza o manejo integrado de pragas (Kogan, 1998). Sendo que o uso de inimigos naturais é possível visto que as avaliações do efeito de iscas tóxicas contendo espinosade e SPLAT® sobre o parasitoide de moscas-das-frutas *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) demonstrou que a formulação é seletiva ao inseto (Zanardi, 2011).

Em testes com aplicações de bordadura de GF-120 para controle de *B. dorsalis* em melão, Prokopy et al. (2004) concluíram que o tratamento não foi efetivo para o controle da espécie pois apenas 5,4% das fêmeas foram encontradas mortas próximas a bordadura e 17% sobre a cultura. Os autores sugerem que o efeito tardio de mortalidade do espinosade é um fator a ser considerado. Yee e Chapman (2005) observaram que GF-120 foi tóxico às fêmeas de *Rhagoletis indifferens* (Curran, 1932) (Diptera: Tephritidae), porém a isca tóxica não impediou que as fêmeas grávidas ovipositassem em frutos. Os autores relacionam o fato ao menor efeito de choque da formulação, quando comparado a iscas tóxicas com fosforados.

As aplicações da isca tóxica ANA em pomares orgânicos de macieiras apresentaram reflexos significativos na redução da população de adultos de *A. fraterculus* capturados nas armadilhas. No entanto, os índices de danos observados nos frutos indicam a necessidade de buscar novas formas de aplicação da isca, especialmente em pomares pequenos como os utilizados neste experimento. Uma alternativa seria o tratamento direcionado e contínuo das plantas hospedeiras vizinhas ao plantio, cultivo de hospedeiros primários de ciclo reprodutivo amplo nas bordas dos pomares associado à aplicação da isca nestas plantas, aumento na dose de isca tóxica aplicada e/ou redução no intervalo de aplicação ou, como sugerem Prokopy et al. (2004), aplicações em faixas mais extensas nas bordas. Estas informações devem ser geradas em trabalhos futuros.

4.4 CONCLUSÕES

1. A isca tóxica ANAMED aplicada nas bordas dos pomares de maçãs na dose de 1,5 kg/ha, com reaplicações quinzenais tem efeito na redução da flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* amostradas em armadilhas McPhail.
2. As aplicações da isca ANAMED não foram capazes de impedir o acesso dos adultos de *Anastrepha fraterculus* as áreas de produção.
3. A eficiência da isca tóxica ANAMED é progressivamente maior, a medida que são feitas reaplicações do produto nas bordas dos pomares.
4. As aplicações de ANAMED não evitaram os danos em frutos.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As formulações de iscas tóxicas avaliadas em laboratório foram equivalentes ao tratamento padrão Biofrut®(3%)+ Malathion. As novas iscas demonstraram vantagens quanto a persistência às condições ambientais. Os componentes existentes nas formulações capazes de preservá-las da ação de tais fatores inibem a resposta alimentar dos insetos nas primeiras horas após a aplicação.

Por esse motivo as formulações ANAMED com menores concentrações de SPLAT® podem ser indicadas em ocasiões onde se busca elevados índices de resposta alimentar das populações de mosca-das-frutas, sem que seja necessária grande durabilidade das aplicações.

As formulações com maior teor de SPLAT® podem ser aplicadas com frequência superior a duas semanas, sendo promissoras para emprego em programas de manejo de *Anastrepha fraterculus* apresentando como vantagem, em comparação às iscas comerciais Success 0,02 CB® e Biofrut®(3%)+ Malathion, a manutenção de altos índices de mortalidade após chuvas de 20 mm, condição frequente nas regiões produtoras de maçãs.

Este diferencial das iscas ANAMED possibilita a manutenção dos agentes de controle e atração na periferia dos pomares, sendo possível a elaboração de novas estratégias de manejo mais adaptadas à dinâmica da *Anastrepha fraterculus*.

Uma possível estratégia a ser testada em próximos trabalhos é o tratamento da isca tóxica localizado nas plantas hospedeiras presentes nas áreas vizinhas aos pomares, impedindo assim que as populações da mosca-das-frutas atinjam níveis críticos nas matas. Estas aplicações manteriam a disponibilidade de frutos nativos para as fêmeas sexualmente maduras, evitando assim que os adultos de *A. fraterculus* busquem as áreas de produção de maçãs para oviposição.

Outra opção seria a aplicação da isca tóxica em fruteiras armadilhas cultivadas nas bordas dos pomares, essas plantas disponibilizariam os nichos de oviposição às fêmeas e a isca seria o substrato para alimentação, possibilitando que as plantas de maçã ficassem livres da presença de adultos de *A. fraterculus*. Outra utilidade das plantas armadilha seria a aplicação direcionada de inseticidas, evitando assim os riscos de resíduo nas maçãs.

O manejo de *Anastrepha fraterculus* possivelmente requeira uso de diversas formas de manejo que agindo de forma integrada possibilitarão o controle das populações e dos danos em frutos de forma significativa, esta condição é mais evidente em pomares pequenos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agrofit.com.br>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha* spp. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.

ALUJA, M. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28 (4), p. 565-594, 1999.

ALUJA, M., DÍAZ-FLEISCHER, F., PAPAJ, D. R.; LAGUNES, G.; SIVINSKI, J. Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 47, p. 975-988, 2001.

ALUJA, M.; MANGAN, R.L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 53, p. 473-502, 2008.

ANDRIGUETO J. R.; KOSOSKI, A. R. Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil até 2004. **Papaya Brasil**, Brasília v.1, p.81-90, 2005.

ARIOLI, C. J.; ZART, M.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M. Avaliação de Inseticidas Neonicotinóides para o Controle da Mariposa-Oriental *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) em Laboratório e Pomar Comercial de Maçã com Infestações Artificiais. **BioAssay**. Piracicaba, v. 2, p. 1-6, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MAÇÃ. Disponível em <http://www.abpm.org.br>. Acesso em 13 dez. 2010.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A. de A.S. dos. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364p.

BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Cadeia Produtiva da Maçã na Região Sul e seus Arranjos Produtivos Locais**. Porto Alegre: BRDE, 2010. 29p.

BARROS, M. D., **Estudo da estratégia de oviposição de três espécies de tefritídeos (Diptera: Tephritidae) no Estado de São Paulo**. 1986, 134p. Tese de Mestrado IB – Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

BARROS, M. D.; AMARAL, P. M.; MALAVASI, A. Comparison of glass and plastic McPhail traps in the capture of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 74, n. 3, p. 467-468, 1991.

BITTENCOURT, C. C. **Panorama da Cadeia da Maçã no estado de Santa Catarina: uma abordagem a partir dos segmentos da produção e de packing house**. 2008. 94p.

Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.

BLEICHER, J.; GASSEN, D. N.; RIBEIRO, L. G.; TANAKA. H.; ORTH, A. I. **A mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro.** Florianópolis: EMPASC, 1982, 28p.

BLEICHER, J.; MELZER, R.; BERTON, O.; BONETI, J.I.S.; DRIESSEN,A.C. Pragas da macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DEPESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira.** Florianópolis :EPAGRI, 1986. 562p.

BONETI, J. I. DA S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira.** Florianópolis: Epagri, 1999, 149p.

BORGES, R.; ARIOLI, C. J.; XAVIER, W.; DUARTE, A. SPLAT® Mat ME controla a mosca da carambola *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no Macapá, AP. In: **XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Resumos...**Uberlândia: SEB 2008, CD – Rom.

BORGES, R.; BOTTON, M.; MACHOTA JR., R.; BOFF, M.I.C.; MAFRA-NETO, A. Laboratory evaluation of the effects of attract & kill formulations on *Anastrepha fraterculus*, p. 292. In.: 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. **Book of abstracts...** 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Valencia, 2010. 356p.

BOTTON M.; NAKANO, O.; KOVALESKI, A. Controle químico da lagarta-enroladeira (*Bonagota cranaodes* Meyrick) na cultura da macieira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2139-2144, 2000.

BOTTON, M.; KULCHESKI, F.; DALLA COLLETTA, V.; ARIOLI, C.J.; PASTORI, P.L. Avaliação do uso do feromônio de confundimento no controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro. **Idésia**, v. 23, p. 43-50, 2005.

BRAGA, S. R.; MALAVASI, A.; OMETO, A. C. F. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de moscas-das-frutas.** Circular técnica Nº 09, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001, 29p.

BURKE, T. J. **Fraiburgo – Do Machado ao Computador.** Fraiburgo, 1994, 173p.

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.

CANAL, N. D.; KOVALESKI, A.; ZUCCHI, R. A. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de maçãs em Vacaria, RS. p. 14. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia. Anais...** Piracicaba: SEB; FEALQ, 1993, p. 24.

CANETE, C. L. **Seletividade de inseticidas a espécies de Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae).** 2005. 117p. Tese (Doutorado em Ciências-Zoologia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia Editora, 1962, 328 p.

CHRISTENSON, L. D; FOOTE, R. H. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 5, 1960, p. 171-192.

COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, Boletim meteorológico 2010. Disponível em <<http://www.cidasc.sc.gov.br/html/default.asp>> Acesso em Fev. 2011

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS. 8. ed. São Paulo. Andrei, 2009. 1142p.

DÍAZ-FLEISCHER, F.; ARREDONDO J.; FLORES, S.; MONTOYA P.; ALUJA, M. There is no magic fruit fly trap: fly species and physiological state influence response to Multilure traps baited with BioLure or NuLure by *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 86–94, 2009.

DOW AGROSCIENCES. **Spinosad Technical Bulletin**. Dow AgroSciences (Ed.) LLC, Indianapolis, IN, 2001, 15p.

DOWELL, R. V.; PENROSE, R. Mediterranean fruit fly eradication in California 1994–1995. p. 161–185 In: MORS, J. G.; METCALF, R. L.; CAREY, J. R.; DOWELL, R. V. (Ed.), **The Medfly in California: defining critical research**. University of California Center for Exotic Research, 1995, 317p.

EMDEN, H. F.; PEAKALL, D. B. **Beyond silent spring: Integrated pest management and chemical safety**. London: Chapman & Hall, 1996. 322p.

EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Sistema de produção para maçã (Revisão)**. Boletim 150. Florianópolis: Empasc/Acaresc, 1979, 79p.

ESTAT. **Sistema para análises estatísticas (V. 2.0)**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 1994.

EUROPEAN COMMISSION HEALTH AND CONSUMER PROTECTION - Directorate General. **Regalement (EC) Nº 396/2005. Official Journal Nº L070**. Bruxelas, 2005. 16p.

EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY (EEC), **Directive 91/414**, appendix 1. Disponível em <http://ec.europa.eu/legislation/index_en.htm>. Acesso em: 22 fev. 2011.

FERREIRA, A. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M.; LASMAR, O. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v. 36, n. 002, p. 378-384, 2006.

FREY, W. **Friburgo Berço da Maçã Brasileira**. Curitiba: Renar Curitiba, 1987, 131p.

FREY, W. **História da maçã**. Videira: UNOESC, 2ª ed. 2002. 109p.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros. p. 323-362. **Laranja** v. 5 1984. 387p.

GRAVENA, S. **Manual Prático de Manejo Ecológico de Pragas dos Citros.** Jaboticabal, GRAVENA, S. (Ed), 2005. 372p.

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

HENDRICH, J.; KALSOYANNOS, B.I.; PAPAJ D.R.; PROKOPY, R.J. Sex differences in movement between natural feeding sites and mating sites and tradeoffs between food consumption, mating success and predator evasion in Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Oecologia** v. 86, p. 223-31, 1991.

HICKEL, E. R. **Pragas das fruteiras de clima temperado no Brasil.** 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2008, 170p.

IBD - INSTITUTO BIODINÂMICO - IBD certificações, 2010. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/ClientCert_Default.aspx>. Acesso em: 27 dez. 2010

KLANOVICZ, J.; NODARI, E. S. **Das Araucárias às Macieiras: transformação da paisagem em Fraiburgo – Santa Catarina.** Florianópolis: Insular, 2005, 104p.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**. v. 43. p. 243-270, 1998.

KOVALESKI, A., Avaliação do dano causado pela mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* Wied. (Diptera: Tephritidae) em 245 maçãs com e sem tratamento químico. IN: **Congresso Brasileiro de Entomologia, Resumos...** Caxambu. Lavras: Seb/Esal, 1995, 607p.

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica*) por *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS.** 1997, 122p. Dissertação (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura - Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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, n. 3, p 459-465, 1999.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Rio Grande do Sul. p. 285-290. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** (Ed.) Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000, 327p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã, p.61-76. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, 90p.

KOVALESKI, A.; SANTOS, R. S. S. DOS. Manual de identificação e controle de pragas da macieira. In: VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; NACHTIGALL, G. R.; KOVALESKI,

A.; SANTOS, R. S. S. dos; SPOLTI, P. (Ed.). **Manual de Identificação e controle de doenças, pragas e desequilíbrio nutricional da macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 32-42.

LEORA SOFTWARE. **POLO-PC: a user's guide to Probit or Logit analysis**. Berkeley, 1987. 20p.

LORENZATO, D. Eficiência de frascos e atrativos no monitoramento e combate de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* e *Ceratitis capitata*. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p.45-62, 1984.

MACHADO, A.E. **Hospedeiros, exigências térmicas e número de gerações de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) em Pelotas**. p.56, 1993. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, RS.

MACHOTA Jr.; BORTOLI, L.C.; TOLOTTI, A.; BOTTON, M. **Técnica de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em laboratório utilizando hospedeiro natural**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010, 22p.

MAFRA-NETO, A.; ARIOLI, C. J.; BORGES, R. **Feromônios**. Caderno Técnico Cultivar Hortalícias e Flores. Pelotas: Grupo Cultivar de Publicações, 2007, 7p.

MAFRA-NETO, A.; GOMEZ, L.E.; VARGAS, R.; STOLTMAN, L.; ZENI, D.; BORGES, R. Development of splat mat controlled release semiochemical bait formulations for long lasting fruit fly management, p.311. In: **8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Book of abstracts...** 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Valencia, 2010, 356p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA R. L. Biogeografia, p. 93-98. 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.

MALO, E. A., ZAPIEN, G. I. Mcphail trap captures of *Anastrepha obliqua* and *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in relation to time of day. **Florida Entomologist**, v. 77, p. 290-294. 1994.

MATSUMURA, F. **Toxicology of Insecticides**. Plenum Press, N.Y. 1975, 503p.

MELLO, L. M. R.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Evolução e dinâmica da produção de maçã no Brasil no período de 1975 a 2003**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007, 38p.

MONTEIRO, L.B. Manejo integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul - uso de *Neoseiulus californicus* para o controle de *Panonychus ulmi*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 395-405, 2002.

MONTEIRO, L. B.; FABBIN, E. Controle de *Anastrepha fraterculus* com isca tóxica em pomares com confusão sexual de *Grapholita molesta*. p. 219-221. In: KREUZ, C. L.

Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado. Anais...(Ed). Caçador: Epagri, 2007, v. 1, 311p.

MONTEIRO, L. B.; DE SOUZA, A.; BELLI L. Confusão sexual para o controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), em pomares de macieira, em Fraiburgo (SC), Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 191-196, 2008.

MORENO, D.; MANGAN, R.L. Novel insecticide strategies such as phototoxic dyes in adult fruit fly control and suppression programmes, p. 421-432. In: TAN K. (Ed.) **Area-wide control of fruit flies and other insect pests**. Pulau Pinang, Penerbit Universiti Sains Malaysia, 2000, 782p.

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., **Invasive arthropods in agriculture: problems and solutions**. (Ed.). Science Publishers, Inc., Enpheld, NH, 2003, p. 333-362.

MOTTA, M. V. **Análise Sistêmica da Cadeia Produtiva da Maçã na Região Sul do Brasil: Uma Perspectiva do Desempenho** 2010. 126 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Administração. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul – RS.

NISHIDA, T.; BESS, H. A.; OTA, A. Comparative effectiveness of malathion and malathion yeast hydrolysate bait sprays for control of melon fly. **Journal of Economic Entomology**, v. 50, p. 682–684, 1957.

NORA, I.; REIS FILHO, W. Preferência para oviposição da mosca-das-frutas *Anastrepha* spp. em frutos de diferentes cultivares de macieira,. In: **Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. II Curso da macieira**. Caçador: Epagri. 1984, 75p.

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

NORA, I.; SUGIURA, T. Pragas da pereira. In: (Ed) EPAGRI. **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001, 341p.

NORRBOM, A.L.; KIM, K.C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. U.S. Dept. Agric., Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine, 1988, 114p.

NORRBOM, A. L.; ZUCCHI R. A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, In ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.) **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. CRC, Boca Raton, FL p. 299 -342, 1999b.

ORLANDO, A.; SAMPAIO, A.S. Moscas-das-frutas. **Biológico**, v. 39, p.143-150, 1973.

ORTH, A. L.; RIBEIRO; L. G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: EPAGRI. **Manual da cultura da macieira**. (Ed) Florianópolis: EPAGRI, 1986, p. 341-379.

OVRUSKI, S. M.; SCHLISERMAN, P.; ALUJA, M. Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 1108–1118, 2003.

PASTORI, P.L.; ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; MONTEIRO, L.B.; MAFRA NETO, A. Avaliação da técnica de disruptão sexual utilizando emissores SPLAT visando ao controle de *Bonagota salubricola* (Meyrick) e *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na pré-colheita de maçãs da cultivar 'Fuji'. **BioAssay**, v. 3, p. 1-8, 2008.

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(2), p. 432-437, 2005.

PELZ K. S. S.; GUT, L. J.; ISAACS R.; Behavioral responses of *Rhagoletis cingulata* (Diptera: Tephritidae) to GF-120 insecticidal bait enhanced with ammonium acetate. **Journal of Economic Entomology**, v. 99(4): p. 1316-1320, 2006.

PETRI, J.L. Desafios da pesquisa na Proteção Integrada de Maçã. p. 1-2. In: NACHTIGALL, G. R.; SANHUEZA, R. M. V.; KOVALESKI, A.; PROTAS, J. F. DA S. (Ed.). **Reunião sobre sistemas de Produção Integrada de Macieira no Brasil. Anais...** Bento Gonçalves, RS. Embrapa Uva e Vinho, 1998, 48p.

PIM, Produção Integrada de Maçã. Grade de Agroquímico - Ciclo 2010/11. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pim/grade_agroquimicos.pdf >. Acesso em: 12 dez. 2010.

PIÑERO, J.; ALUJA, M.; EQUIHUA, M.; OJEDA, M. M. Feeding history, age and sex influence the response of four economically important *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) to human urine and hydrolyzed protein. **Folia Entomologica Mexicana**, v. 41, p. 283-298, 2002.

PROKOPY, R. J., AND B. D. ROITBERG. Foraging behavior of true fruit flies. **American Scientist**. v. 72, p. 41-49, 1984.

PROKOPY, R.J.; PAPAJ D.R.; HENDRICHES J.; WONG T.T.Y. Behavioral responses of *Ceratitis capitata* to bait spray droplets and natural food. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 64, p. 247-57, 1992.

PROKOPY, R. J.; MILLER, N. W.; PIÑERO, J. C.; BARRY, J. D.; TRAN, L. C.; ORIDE, L.; VARGAS, R. I. Effectiveness of GF-120 Fruit Fly Bait spray applied to border area plants for control of melon flies. **Journal of Economic Entomology**. v. 96, p. 1485-1493, 2003.

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(3) p. 354-360, 2004.

PROTAS, J. F. S.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003. 192p.

PÜNTENER W., **Manual for field trials in plant protection second edition.** Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited. 1981, 205p.

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

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**. Campinas, v. 65, n. 2, p. 337-345, 2006.

REVIS, H.C., MILLER, N.W.; VARGAS, R.I. Effects of aging and dilution on attraction and toxicity of GF-120 fruit fly bait spray for melon fly control in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**. v. 97, p. 1659-1666, 2004.

RIBEIRO, L. G.; KOVALESKI, A.; HUMERES, E. Distribuição de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* em pomares de macieira. IN: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Resumos...** Caxambu. Lavras: Seb/Esal, 1995, 607p.

RIBEIRO, L. G. Principais pragas da macieira p. 97-149. In: BONETI, J. I. DA S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. (Ed.) **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira.** Florianópolis: Epagri, 1999, 149p.

RIBEIRO, L. G. Manejo das Principais Pragas da Macieira no Brasil. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 23, p. 149-157, 2010.

ROBACKER, D. C. Effects of Food Deprivation, Age, Time of Day, and Gamma Irradiation on Attraction of Mexican Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) to Two Synthetic Lures in a Wind Tunnel. **Environmental Entomology**. v. 27(6), p. 1.303-1.309, 1998.

ROBACKER, D. C., GARCIA, J. A. Effects of age, time of day, feeding history, and gamma irradiation on attraction of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae), to bacterial odor in laboratory experiments. **Environmental Entomology**. v. 22, p. 1367-1374, 1993.

ROESSLER, Y. Insecticidal bait and cover sprays.. In: ROBINSON, A.S.; HOOPER, G. **Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control.** (Ed.) Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1989, p. 329-336.

ROSIER, J. P.; NORA, I.; BRANCO, E. S.; NASCIMENTO, A. Diminuição da eficiência de sucos de uva e vinagres na captura de Tephritideos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Resumos...** Caxambu, Lavras: Seb/Esal, 1995, 607p.

RUIZ, L.; FLORES, S.; 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). **Biologic Control**, v. 44: p. 296-304, 2008.

SALGADO, V. L. Studies on the mode of action of Spinosad: Insect symptoms and physiology correlates. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 60, n. 2, p. 91-102, 1998.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da moscas das frutas sul-americana.** EMBRAPA/CPACT, Pelotas, RS. 1995, 58p.

SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Horti Sul**, v. 1(3), p. 5-9, 1990.

SALLES, L.A.B.; LEONEL, M.A.H. Influência do hospedeiro no desenvolvimento larval e pupal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae). **Anais Sociedade Entomológica Brasil**, 1996, v. 25, n. 2, p. 373-375.

SANTOS-NETO, C.; NASCIMENTO, A.S.; LEDO, C.A.S.; BRITO, D.B.; SIMÕES, W.L.; OLIVEIRA, E.S. Eficiência da isca tóxica GF - 120 (spinosad) no controle de duas espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em gaiolas de campo. in: **Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18, 2004, Florianópolis-sc. anais...** XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis: Epagri, v.1. 2004, CD-Rom.

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.

SECRETARIA DE COMERCIO EXTERIOR - MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO - AGROSTAT BRASIL Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

SIMPSON, S. J.; RAUBENHEIMER, D.; CHAMBERS, P.G. The mechanisms of nutritional homeostasis, p. 251-278. In: CHAPMAN, R. F.; BOER, G. **Regulatory mechanisms in insect feeding.** (ed.). Chapman & Hall, New York, 1995, 398p.

SPARKS, T.C.; THOMPSON, G.D.; KIRST, H.A.; HERTLEIN, M.B.; LARSON, L.L.; WORDEN, T.V.; THIBAULT, S.T. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v. 91, p.1277-83, 1998.

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

STEINER, L. F. Fruit fly control in Hawaii with poison bait sprays containing protein hydrolyzates. **Journal of Economic Entomology** v. 45, p. 838-843, 1952.

STEINER, L. F.; ROHWER, G. G.; AYERS, E. L., CHRISTENSON, L. D. The role of attractants in the recent Mediterranean fruit fly eradication program in Florida. **Journal of Economic Entomology**, v. 54, p. 30-35, 1961.

STELINSKI, L.L.; MILLER, J.R.; LEDEBUHR R.; GUT L.J. Season-long mating disruption of *Grapholita molesta* by one machine application of pheromone in wax drops (SPLAT-OFM). **Journal of Pesticides Science**, v. 80, p. 109–117, 2007.

SUGAYAMA, R.L.; BRANCO, E.S.; MALAVASI, A.; KOVALESKI, A.; NORA, I. Oviposition behavior and preference of *Anastrepha fraterculus* in apple and dial pattern of activity in an apple orchard in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 83, p. 239-245, 1997.

TEIXEIRA, R.; RIBEIRO, L. G.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P.; ZANARDI, O. Z. Atratividade de iscas alimentares comerciais para mosca-das-frutas em pomares de macieira. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 23, p. 84-88, 2010.

THOMAS, D. B.; MANGAN, R. L. Nontarget impact of spinosad GF-120 bait sprays for control of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Texas citrus. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 6, p. 1950-1956(7) 2005.

THOMAS, D. B.; EPSKY, N. D.; SERRA, C. A.; HALL, D. G.; KENDRA, P. E.; HEATH R. R. Ammonia formulation sand capture of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Entomology Science**, v. 43, p. 75-85, 2008.

THOMPSON, G.; HUTCHINS, S. Spinosade. **Pesticide Outlook**, Saskatoon, v.10, n.2, p.78-81, 1999.

THOMPSON, G.D.; HUTCHINS, S.H.; SPARKS, T.C. Development of spinosad and attributes of a new class of insect control products, 2009. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/hutchins2.htm>>. Acesso em: 03 março. 2011.

TROESTSCHLER, R.G. Effects on nontarget arthropods of malathion bait sprays used in California to eradicate the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Weidemann) (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 12, p. 1813-1822, 1983.

TURICA, A.; VERGANI, A.R.; QUINTANILLA, R.H.; ZERBINO, M.C.; CERUSO, H.E. **Las moscas de los frutos**. Buenos Aires: INTA , 1971. 17p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>> Acesso em: 15 dez. 2010.

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

VARGAS, R.I., PECK, S.L., MCQUATE, G.T., JACKSON, C.G., STARK, J.D., ARMSTRONG, J.W., Potential for area wide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 817–825, 2001.

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.

VARGAS, R. I.; MAU R.F.L.; JANG E. B.; FAUST R. M.; WONG. L. The Hawaii Fruit Fly Area-Wide Pest Management Program, p. 300 -325. In: KOUL O.; CUPERUS, G. W.; ELLIOTT, N. C. (Ed.) **Areawide IPM: theory to implementation**. London, United Kingdom: CABI Books, 590 p., 2008.

VARGAS, R. I.; STARK, J. D.; HERTLEIN, M.; MAFRA-NETO, A.; COLER, R.; PIÑERO J. C. Evaluation of SPLAT with spinosad and methyl eugenol or cue-lure for “attract-and-kill” of oriental and melon fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, p. 750 -768, 2008b.

VARGAS, R. I.; PIÑERO J. C.; MAU, R.F.L.; STARK, J. D.; HERTLEIN, M.; MAFRA-NETO, A.; COLER, R.; GETCHELL, A. Attraction and mortality of oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to SPLAT-MAT-methyl eugenol with spinosad. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 131, p. 286 -293, 2009.

VARGAS, R. I.; PIÑERO, J. C.; JANG, E. B.; MAU, R. F. L.; STARK, J. D.; GOMEZ, L.; STOLTMAN, L.; MAFRA-NETO, A. Response of Melon Fly (Diptera: Tephritidae) to Weathered SPLAT-Spinosad-Cue-Lure. **Journal of Economic Entomology**, v. 103(5), p. 1594-1602. 2010.

YEE, W. L. Attraction, Feeding, and Control of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) with Gf-120 and Added Ammonia in Washington State. **Florida Entomologist**, v. 90(4), p. 665-673, 2007.

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

ZANARDI, O. Z. **Biologia de Ceratitis capitata (Widemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em caquizeiro, macieira e videira e avaliação de iscas tóxicas para o seu controle e sobre o parasitoide Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae)** 2011. 86f. Dissertação (Mestrado)– Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas- RS.