**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Uso do acetato de amônia em atrativos alimentares para moscas-das-frutas
(Diptera: Tephritidae)**

Maina Perin Figueiredo Diniz

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2016**

Maina Perin Figueiredo Diniz
Engenheira Agrônoma

**Uso do acetato de amônia em atrativos alimentares para moscas-das-frutas (Diptera:
Tephritidae)**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO TAKAO YAMAMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Diniz, Maina Perin Figueiredo

Uso do acetato de amônia em atrativos alimentares para moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) / Maina Perin Figueiredo Diniz. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

52 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Anastrepha fraterculus* 2. Monitoramento 3. Análise circular 4. Rose Diagram. I. Título

Com Amor
Dedico ao meu filho,
Arthur Perin Figueiredo Diniz

Ao meu marido,
Heitor Figueiredo Diniz e

Aos meus pais,
Angela Maria Sia Perin e João Lourival Perin (in memoriam)
Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças perante as dificuldades e para a realização de mais essa etapa da minha vida.

Ao Prof. Dr. Pedro Takao Yamamoto, pelo qual tenho grande admiração, agradeço por toda orientação e paciência, compreensão, incentivo e confiança. Agradeço pela oportunidade de aprendizagem.

Ao presidente do Grupo Vittia, Wilson Romanini, ao Diretor Geral Guilherme Romanini, ao Diretor Comercial José Roberto de Castro e ao Gerente Comercial da Samaritá, Renato Gastaldo pela oportunidade e incentivo, essenciais ao desenvolvimento profissional e pessoal, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Apta Regional de Pindorama, em especial à Dra. Juliana Galli pela colaboração, esforço e atenção na condução dos experimentos de campo.

À UNASP e em especial ao Sr. Samuel por, gentilmente, ceder a área para a condução dos experimentos de campo e toda atenção prestada durante os trabalhos.

Ao CENA/USP, em especial ao Prof. Dr. Thiago de Araújo Mastrangelo pelos ensinamentos e orientações referentes às moscas-das-frutas estéreis. A Maria de Lourdes Zamboni Costa, Lia, pelo cuidado e atenção com todo material solicitado, pelas conversas e presteza desmedida em todos momentos compartilhados que carinhosamente serão lembrados sempre.

À Prof. Dra. Sônia Stefano pelas horas de conversas sobre estatística e auxílio com as análises, sempre solicita, pela simpatia e convivência.

Ao Prof. Dr. Wesley A. C. Godoy por toda atenção destinada a mim e pelo empenho na orientação sobre as análises circulares.

Ao Msc. Eng. Agr. Antonio Coutinho, pelas orientações, ensinamentos, compreensão e confiança demonstrada ao longo desse período de convivência, que certamente lembrarei por toda a vida.

Ao grande amigo e colega de trabalho, Eng. Agr. Eduardo Siqueira, pela ajuda sem medida, pelos momentos compartilhados, pelo enorme coração e pelas risadas todas, que jamais serão esquecidas.

Aos colegas da Samaritá: Lucas Lessa pela atenção no preparo das soluções; Gustavo Sanches pelo empenho na aquisição dos materiais; Luiz Angelo Marin, Marcos Merzel, Marcos Silva, Rafael Siqueira, pela convivência diária e por toda atenção, ajuda e disponibilidade no planejamento, condução e avaliação dos experimentos. Agradeço também a todos que participaram de forma direta ou indireta e vibraram a cada conquista.

A Mariana Campana, amiga de todas as horas, pela ajuda, análises, revisões, paciência, conselhos, amizade e as horas em que dividimos alegrias e aflições. Foi essencial para toda explanação do trabalho e resultado final da dissertação.

A todos colegas e funcionários do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, pela disponibilidade sempre que solicitada e amizade ao longo desses anos.

À minha família pelo amor, apoio incondicional e pela compreensão em muitos momentos de ausência.

Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. DANOS PROVOCADOS POR MOSCAS-DAS-FRUTAS	13
2.2. FAMÍLIA TEPHRITIDAE	13
2.3. MONITORAMENTO DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS	16
2.4. ATRATIVOS PARA MONITORAMENTO	17
2.5. AVALIAÇÃO DA ATRATIVIDADE.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES ORIUNDAS DO PRODUTO ISCA SAMARITÁ® TRADICIONAL (IST)	25
3.2. EXPERIMENTO 2: TESTE DE ATRATIVIDADE POR ESTUDOS DE DISPERSÃO.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DE FORMULAÇÕES ORIUNDAS DO PRODUTO ISCA SAMARITÁ® TRADICIONAL (IST)	31
4.2. EXPERIMENTO 2: TESTE DE ATRATIVIDADE POR ESTUDOS DE DISPERSÃO.....	40
5. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	46

RESUMO

Uso do Acetato de Amônia em atrativos alimentares para moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são as principais pragas da fruticultura no mundo, pelos danos que ocasionam diretamente e indiretamente e pela facilidade de adaptação. O manejo das moscas-das-frutas através do monitoramento da população com diferentes substâncias atrativas mais eficientes é de suma importância. Assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar a eficiência da inclusão do acetato de amônia em diferentes concentrações nas soluções compostas de proteína hidrolisada de milho e açúcares. O experimento 1 foi realizado em pomar de goiaba durante 7 semanas e avaliadas 6 soluções atrativas: Isca Samaritá® Tradicional (5%), Isca Samaritá® Tradicional + 3% de acetato de amônia (5% + 3%), Isca Samaritá® Tradicional + 5% de acetato de amônia (5% + 5%), Isca Samaritá® Tradicional + 7% de acetato de amônia (5% + 7%), Melaço (7%) e pastilhas de torula (1%). O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos com 6 tratamentos e 4 repetições. As armadilhas utilizadas foram do tipo McPhail. As trocas eram feitas a cada 7 dias. Não houve diferença para o total de moscas-das-frutas capturadas pelas soluções de torula e Isca Samaritá® Tradicional + 3% e 7% de acetato de amônia, sendo as mais atrativas. Também não houve diferença na captura de fêmeas de moscas-das-frutas para os atrativos torula e Isca Samaritá® Tradicional + 3% de acetato de amônia. Para insetos úteis e inimigos naturais as soluções com melaço e torula foram as menos seletivas. Com a adição de acetato de amônia foi possível verificar um aumento considerável na atratividade em relação ao produto comercial, principalmente no primeiro dia após a instalação no campo. A solução Isca Samaritá® Tradicional + 3% de Acetato de Amônia foi selecionada como o atrativo com melhor custo/benefício com adição de acetato de amônia testado e avaliado a eficiência da atratividade no experimento 2 comparando com Isca Samaritá® Tradicional (5%), Melaço (7%) e pastilhas de torula (1%). Utilizou-se a metodologia de marcação-liberação-recaptura de *A. fraterculus* estéreis. A dispersão foi monitorada a partir de um ponto central de liberação nas direções cardeais e colaterais utilizando armadilhas McPhail. A direção de dispersão através da análise circular exposta pelo Rose Diagram, identificou que as maiores frequências de recaptura foram nas posições onde se encontravam a torula e a Isca Samaritá® Tradicional + 3% de acetato de amônia.

Palavras-chave: 1. *Anastrepha fraterculus*; 2. Monitoramento; 3. Análise circular; 4. Rose diagram

ABSTRACT

Using Ammonium Acetate food baits to the fruit flies (Diptera: Tephritidae)

The fruit flies (Diptera: Tephritidae) are the main pests of fruit crops in the world, due to the direct and indirect damage that its causes and easy of adaptation. The management of the fruit flies through population monitoring with different attractive substances more efficient is very important. The objective with this study was to evaluate the efficiency of the inclusion of ammonium acetate at different concentrations in the solutions composed of corn hydrolysed protein and sugars. The experiment 1 was conducted in guava orchard during seven weeks and evaluated 6 attractives solutions: Isca Samaritá® Traditional (5%), Isca Samaritá® Traditional + 3% ammonium acetate (5% + 3%), Isca Samaritá® Traditional + 5% ammonium acetate (5% + 5%), Isca Samaritá® Traditional + 7% of ammonium acetate (5% + 7%), molasses (7%) and torula pellets (1%). The experimental design was a randomized block with 6 treatments and 4 repetitions. The traps used were of the McPhail type. Exchanges were make every 7 days. There was not difference for the total the fruit flies captured by torula solutions and Isca Samaritá® Traditional + 3% and 7% of ammonium acetate, the most attractive. There was not difference in female fruit flies captured by torula solutions and Isca Samaritá® Traditional + 3% ammonium acetate. For social insects and natural enemy the solutions with molasses and torula were less selective. With the addition of ammonium acetate it was possible to see a considerable increase in attractiveness to the commercial product, especially on the first day after installation in the field. The solution Isca Samaritá® Traditional + 3% Ammonium Acetate was selected as the best cost benefit with the addition of ammonium acetate tested and evaluated the attractiveness of efficiency in experiment 2 compared to Isca Samaritá® Traditional (5%), molasses (7%) and torula pellets (1%). It used the methodology of mark-release-recapture *A. fraterculus* sterile. The dispersion was monitored from a central point of release and the side cardinal directions, in McPhail traps. The direction of dispersion through the circular analysis exposed by Rose Diagram identified that the greatest frequency of recaptures were in positions where they were the torula and Isca Samaritá® Traditional + 3% ammonium acetate.

Keywords: 1. *Anastrepha fraterculus*; 2. Monitoring; 3. Circular analysis; 4. Rose diagram

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Croqui da área do experimento 1 no Polo Regional Centro Norte/APTA em Pindorama-SP.25
- Figura 2. Metodologia de liberação das moscas-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* estéreis..28
- Figura 3. Diagramação da disposição das armadilhas no campo em relação ao ponto de soltura (distância em metros).28
- Figura 4. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) capturadas, durante o período de condução do experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não difere entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.31
- Figura 5. Comparação da atratividade das soluções testadas para *A. fraterculus*, nos três períodos diferentes de avaliação (1º dia após a exposição, 4º dias após a exposição, 7º dia após a exposição). Linhas seguidas pelas mesmas letras minúsculas (atrativos), não difere entre si pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas (período) iguais na mesma linha, não difere entre si pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.33
- Figura 6. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de fêmeas de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) capturadas, durante o período de condução do experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não difere entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.34
- Figura 7. Comparação da atratividade das fêmeas de *A. fraterculus* entre as soluções testadas, nos três períodos diferentes de avaliação (1º dia após a exposição, 4º dias após a exposição, 7º dia após a exposição). Linhas seguidas pelas mesmas letras minúsculas (atrativos), não difere entre si pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas (período) iguais na mesma linha, não difere entre si pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.35
- Figura 8. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de insetos úteis e inimigos naturais capturados, durante o período de condução do experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade37
- Figura 9. Representação angular das observações de recaptura de *A. fraterculus* pelas soluções atrativas testadas – (A) Rose diagram para a primeira liberação e (B) Rose Diagram para segunda liberação.44

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1. Duração (dias) dos estádios do ciclo de vida de duas espécies de moscas-das-frutas, em condições de laboratório (temperatura média de 25 °C).....	16
Tabela 2. Soluções atrativas e suas respectivas concentrações utilizadas em armadilhas Mc Phail para avaliação da atratividade às moscas-das-frutas.....	26
Tabela 3. Tratamentos com as concentrações e disposição das armadilhas utilizadas no experimento.....	29
Tabela 4. Valor de pH das soluções atrativas utilizadas no experimento para avaliação da atratividade.....	36
Tabela 5. Porcentagem correspondente a captura de insetos úteis e inimigos naturais, em relação ao total de cada tratamento, classificado por ordens e famílias, durante a condução do experimento 1. Pindorama-SP. 2016.....	38
Tabela 6. Custo dos atrativos utilizados no experimento 1 para moscas-das-frutas.....	39
Tabela 7. Número de moscas-das-frutas (<i>A. fraterculus</i>) recapturadas após a 1ª liberação no campo. Engenheiro Coelho-SP, 2016.	40
Tabela 8. Número de moscas-das-frutas (<i>A. fraterculus</i>) recapturadas após a 2ª liberação no campo. Engenheiro Coelho-SP, 2016.	41
Tabela 9. Número de moscas-das-frutas (<i>A. fraterculus</i>) recapturadas em relação a distância do centro de liberação, na 1ª e 2ª liberação, Engenheiro Coelho-SP, 2016.....	42
Tabela 10. Distância média (DM) em m e área (S ²) de dispersão em m ² percorrida por <i>A. fraterculus</i> após 1º, 3º e 7º dia após exposição do atrativo, na primeira liberação em pomar de citros, em Engenheiro Coelho-SP.	43
Tabela 11. Distância média (DM) em m e área (S ²) de dispersão em m ² percorrida por <i>A. fraterculus</i> após 1º, 3º e 7º dia após exposição do atrativo, na segunda liberação em pomar de citros, em Engenheiro Coelho-SP.	43

1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são as principais pragas da fruticultura no mundo, pelos danos diretos e indiretos que ocasionam e pela facilidade de se adaptar a outras regiões, que não a de origem, quando são introduzidas, tornando-se praga quarentenária (RAGA; SOUZA FILHO, 2000).

O monitoramento da população é importante para o adequado manejo das moscas-das-frutas que ocorrem nos pomares. Os trabalhos conduzidos demonstram a eficiência de diferentes substâncias atrativas para serem utilizadas no monitoramento das espécies, com comportamento diferenciado dos compostos conforme a cultura e região onde os trabalhos são conduzidos (MALAVASI et al., 1990; SALLES, 1999; CHIARADIA; MILANEZ, 2000; LEMOS et al., 2002, KOVALESKI, 2004; BRAGA SOBRINHO et al., 2004a, b).

As armadilhas que contem estes componentes de atração para moscas-das-frutas são utilizadas com o objetivo de detectar e monitorar a população no campo, além de serem efetivos na captura e remoção da maior quantidade possível de indivíduos (LIMA, 1992).

As soluções a base de proteínas têm sido usadas para a detecção da presença de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha* spp. (HEATH et al., 1994). Dentre os atrativos mais comuns utilizados no Brasil, o melaço de cana-de-açúcar, em muitos casos, não tem sido eficaz no monitoramento e, muitas vezes, compromete os resultados, devido à falta de padrão de qualidade e consequente baixa eficácia de captura desses insetos. Isso implica em níveis da população subestimados, obrigando o produtor a utilizar, para o controle de moscas-das-frutas, pulverizações de inseticidas em cobertura total (RAGA et al., 2006).

Muitos estudos mostram evidências de que a amônia que é liberada na decomposição de substâncias orgânicas, como sucos de frutas, tem influência positiva na atração olfativa de algumas moscas (BATEMAN; MORTON, 1981). Os atrativos alimentares proteicos por si só demoram um certo período para iniciar a decomposição e volatilizar a amônia em quantidade suficiente para atrair efetivamente as moscas-das-frutas desde a sua instalação no campo.

Seguindo essa linha, muitas empresas vêm buscando diversas soluções, utilizando-se misturas de componentes atrativos para facilitar o trabalho do produtor no manejo integrado de pragas (MIP), fornecendo produtos com uma solução padronizada e de alta performance na captura das moscas-das-frutas.

Desta forma, com o presente estudo objetivou-se avaliar a eficiência da inclusão do acetato de amônia em diferentes concentrações em solução composta de proteína hidrolisada de milho e açúcares na captura de moscas-das-frutas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Danos provocados por moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas pertencem à família Tephritidae que é uma das maiores dentro da ordem Diptera. Essa família está entre as pragas de maior expressão econômica na fruticultura mundial por causarem danos severos em diversas partes das plantas: órgãos de reprodução, frutas com polpas e flores (SILVA; BATISTA, 2015).

O dano direto das moscas-das-frutas é causado pela fêmea e pelas larvas que se desenvolvem no interior dos frutos. A fêmea perfura a epiderme do fruto com o seu ovipositor para colocar os ovos, através da punctura pela casca, e após a eclosão, as larvas consomem a polpa dos frutos tornando-os impróprios tanto para consumo in natura como para industrialização. Já indiretamente, o dano causado pela fêmea, através do orifício feito para postura e a alimentação das larvas, traz contaminação por microrganismos que provocam o apodrecimento dos frutos atacados. Estes ao caírem favorecem a ocorrência de outros problemas fitossanitários (NASCIMENTO et al., 2000).

O ataque nos frutos pelas das moscas-das-frutas causa o apodrecimento, depreciando-os para a comercialização, além de provocar alteração no sabor e queda precoce dos mesmos (SÁ, 2008).

Além disso, os prejuízos podem refletir no mercado externo, pela diminuição da quantidade exportada e, principalmente, pelas restrições quarentenárias impostas pelos países importadores. No Brasil, os tefritídeos ocupam uma posição de destaque entre as maiores pragas da fruticultura. Mundialmente, eles representam o maior obstáculo ao livre trânsito de frutas in natura no comércio internacional (DUARTE; MALAVASI, 2000).

2.2. Família Tephritidae

Tephritidae é uma das famílias de dípteros que compõe a superfamília Tephritoidea. É a família de maior importância agrícola (GALLO et al., 2002). Algumas moscas desta família, na fase larval, alimentam-se de frutos de diversas espécies botânicas (ZUCCHI, 2000). As larvas desenvolvem-se dentro dos frutos, inutilizando-os (GALLO et al., 2002).

O Brasil é o país que apresenta a maior diversidade de espécies de tefritídeos (HERNANDEZ-ORTIZ; ALUJA, 1993). As espécies de moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil pertencem a quatro gêneros: *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Rhagoletis*. O gênero *Bactrocera* é representado no Brasil apenas pela mosca da carambola,

B. carambolae Drew & Hancock, que foi introduzida recentemente no Amapá, mais precisamente no município de Oiapoque, e o gênero *Ceratitis* representado pela mosca do mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), que foi introduzida no Brasil no século passado. O gênero *Rhagoletis* é representado por quatro espécies, enquanto que, no gênero *Anastrepha* são conhecidas, até agora, 95 espécies no Brasil (ZUCCHI, 2000).

As espécies economicamente mais importantes no Brasil que causam danos significativos, são a mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), e a mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (CALKINS; MALAVASI, 1995). *A. fraterculus* é abundante nos pomares de citros, rosáceas e mirtáceas das regiões sul e sudeste do Brasil, predominando entre outras espécies de moscas do gênero e também sobre a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* (RAGA et al., 2004, RAGA et al., 2006). *A. fraterculus* é uma espécie multivoltina, apresentando, no mínimo, seis gerações anuais, o que possibilita sua presença durante todos os meses do ano (URAMOTO et al., 2003).

2.2.1. *Anastrepha* spp.

O gênero *Anastrepha* tem sua origem no continente Americano, estando estabelecida dentro de sua provável área de origem; nenhuma espécie é considerada invasora. Autores afirmam que a maioria das espécies de *Anastrepha* está distribuída pela região Neotropical, e algumas espécies na região Neártica (MALAVASI et al., 2000). No Brasil, já foram registradas 94 espécies de *Anastrepha*, e a espécie *A. pulchra* Stone, 1942 foi registrada no estado do Amazonas, compilando 95 espécies no ano de 2000 (ZUCCHI, 2000).

Para o desenvolvimento do ciclo de vida de *A. fraterculus*, a temperatura deve estar entre 15 e 27 °C, sendo esta faixa de temperatura que promove o efetivo desenvolvimento ou a faixa ótima de temperatura para que ocorra o melhor desenvolvimento. Dentro dessa faixa, por consequência o aumento populacional passa a depender da qualidade e abundância do hospedeiro (SALLES, 2000).

Para *A. fraterculus*, o período de pré-oviposição, caracterizado pelo desenvolvimento do sistema reprodutivo, gira em torno de 7 dias, em condições de laboratório. O período de oviposição é de 65 dias, no qual são produzidos 278 a 437 ovos por fêmea (SALLES, 1993).

Os ovos de *Anastrepha* spp., no geral, possuem forma elíptica e a coloração é uma variação da cor branca-creme. As larvas possuem a coloração semelhante aos ovos, são

ápodos e com a cabeça retrátil. Os adultos possuem uma grande variação fenotípica (SALLES, 2000). O formato (aspecto geral) do ápice do acúleo é o principal caráter para a identificação específica de *Anastrepha* (ZUCCHI, 2000).

2.2.2. *Ceratitis capitata*

O gênero *Ceratitis* é composto por aproximadamente 65 espécies, que ocorrem principalmente no continente africano, especificamente na região tropical. Entretanto, a mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata*, está distribuída em quase todas as áreas tropicais e temperadas quentes do mundo e foi introduzido no Brasil no início do século XX (ZUCCHI, 2000).

O adulto de *C. capitata* é uma mosca que mede de 4-5 mm de comprimento por 10 a 12 mm de envergadura, corpo amarelado, parte superior escura com desenhos brancos, olhos castanhos-violáceos e as asas são de transparência rosada com listras amarelas, sombreadas. O ciclo inicia-se com o acasalamento, e posteriormente as fêmeas se alimentam de substâncias proteicas e carboidratos até alcançarem a maturidade dos ovos em torno de 11 dias, após isso procuram o fruto hospedeiro e o melhor local para oviposição. Em seguida, ovipositam de 1 a 10 ovos no mesmo orifício. Os ovos são alongados, possuem 1 mm de comprimento, cor branca em forma de banana. O período de incubação é de 2 a 6 dias, eclodindo a larva, esta faz galerias em direção ao centro do fruto. Possui aproximadamente 8 mm de comprimento quando totalmente desenvolvida, é de coloração branco-amarelada, afilada na parte anterior, truncada e arredondada na parte posterior. O período larval varia de 9 a 13 dias. Após este período abandona o fruto e empupa no solo a uma profundidade de 1 a 10 cm. A pupa possui o formato de um barril, mede cerca de 5 mm e possui a coloração marrom-escuro. O período pupal dura em torno de 10 - 12 dias, no verão, e até 20 dias no inverno. Acabando o período pupal emerge o adulto. A fêmea inicia a postura após 12 dias do acasalamento. O ciclo evolutivo completo dura aproximadamente 31 dias. As fêmeas podem viver até 10 meses, ovipositando até 800 ovos durante este período. Os machos são diferenciados das fêmeas por possuírem dois apêndices filiformes terminados em forma de espátula na frente e entre os olhos (GALLO et al., 2002).

A duração das fases do ciclo de vida de *A. fraterculus* e de *C. capitata* é mostrada na Tabela 1, sendo nítido que a primeira espécie revela um período maior de ovo a ovo. A longevidade de adultos é muito dependente das condições ambientais (RAGA, 2005).

Tabela 1. Duração (dias) dos estádios do ciclo de vida de duas espécies de moscas-das-frutas, em condições de laboratório (temperatura média de 25 °C) (RAGA, 2005).

Estádio (local)	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha fraterculus</i>
Ovo (fruto)	2 a 4	3 a 4
Larva (fruto)	7 a 11	11 a 14
Pupa (solo)	9-11 até 20	10 a 15
Total	18 a 30	24 - 32 até 38
Adulto	60 a 300	55-156

2.3. Monitoramento das moscas-das-frutas

O controle racional e eficiente das moscas-das-frutas tem como pré-requisito o conhecimento do momento adequado para iniciar a adoção das medidas de controle (NASCIMENTO et al., 2000; NORA; SUGIURA, 2001). O monitoramento populacional permite o acompanhamento da flutuação da praga em uma certa área, ou a detecção de espécies exóticas ou quarentenárias (NASCIMENTO et al., 2000).

As finalidades básicas do monitoramento são: pesquisa científica (identificação e distribuição de espécies), certificação de uma região ou país quanto à ausência de uma determinada espécie (área livre), programa de erradicação de uma espécie-praga e programa de manejo integrado (NASCIMENTO et al., 2000). Em pomar cítrico, este é o processo utilizado para constatar a ocorrência de moscas-das-frutas, se estão presentes, em que quantidade e onde (SALLES, 2001).

O alvo principal do monitoramento é capturar as fêmeas que, no período que antecede o início da oviposição, necessitam grandemente de substâncias proteicas e carboidratos, embora também machos sejam coletados nos frascos (RAGA; SOUZA FILHO, 2000).

Diversos fatores estão envolvidos na captura das moscas-das-frutas destacando-se a eficiência do atrativo e o tipo de armadilha empregado (SALLES, 1999; NASCIMENTO et al., 2000).

O monitoramento de adultos das moscas-das-frutas é efetuado utilizando-se armadilhas tipo McPhail ou Jackson, ou até mesmo garrafas plásticas perfuradas, contendo atrativo alimentar ou sexual (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998; NASCIMENTO et al., 2000). Armadilhas McPhail têm sido amplamente utilizadas para monitoramento de moscas-das-frutas em várias partes do mundo, especialmente para espécies de *Anastrepha*, para a qual não existe atraentes sexuais produzidos em escala comercial (ALUJA et al., 1989). Consiste num recipiente, de vidro ou plástico, na forma de sino, com abertura no fundo formando um reservatório de até 500 mL de capacidade (THOMAS et al., 2001). O líquido colocado na armadilha serve como atrativo para captura dos insetos, visto que, as moscas atraídas para o interior da armadilha devido aos odores liberados, afogam-se no líquido. Esta armadilha pode ser usada para captura de uma grande diversidade de espécies de mosca-das-frutas do gênero *Anastrepha* (MALO; ZAPIEN, 1994) e *Ceratitis* (COHEN; YUVAL, 1993). Para captura específica de *Ceratitis capitata* ou de *Bactrocera carambolae*, utiliza-se armadilha tipo Jackson, com atrativo sexual, trimedlure para *Ceratitis capitata* e metil-eugenol para *Bactrocera carambolae*, atraindo machos (NASCIMENTO et al., 2000).

2.4. Atrativos para monitoramento

Existem vários tipos de atrativos para moscas, variando o tipo usado em função da espécie da mosca, do local, entre outros fatores, sendo que a maioria desses são provenientes de compostos naturais (SALLES, 1999; GALLO et al., 2002).

Os meios e processos de atração dos adultos, especialmente das fêmeas de *A. fraterculus*, estão sendo estudados e esclarecidos, pois não existe uma regra única orientando quais os melhores atrativos para a espécie (SALLES, 1997).

O monitoramento utilizando atrativo alimentar é considerado importante por relacionar-se diretamente com o instinto primário desses insetos, cujas fêmeas necessitam de compostos proteicos para atingirem sua maturidade sexual (NAKANO et al., 1981). Os atrativos alimentares mais utilizados são melaço de cana-de-açúcar, suco de frutas, açúcar mascavo ou feromônios (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998).

Na prática, de forma rotineira, são utilizados como atrativos o vinagre de vinho (25%), sucos de frutas (10 a 25%) e a proteína hidrolisada (5%) (SALLES, 1995; NASCIMENTO et al., 2000; NORA; SUGIURA, 2001). Na região sul do Brasil, o suco de uva a 25% tem sido o atrativo recomendado como padrão para a captura da mosca-das-frutas nos pomares de maçã, sendo esta informação ampliada para os demais cultivos (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; KOVALESKI, 2004).

Em experimentos realizados em citros, os atrativos mais eficientes para captura de *Anastrepha* spp. foram melaço de cana-de-açúcar (7%), melado de sorgo (7%) e vinagre de laranja (25%), enquanto que, os sucos de laranja e maracujá (25%), vinagre de vinho tinto (25%) e açúcar cristal (4%) não apresentaram boa atratividade na captura dessa praga (MORAES et al., 1988). Já em pomar de goiaba mostrou que o suco de maracujá (30%) e a solução de açúcar cristal (10%) foram mais atrativos para várias espécies do gênero *Anastrepha* como *A. sororcula*, *A. obliqua* e *Anastrepha serpentina* Wiedemann, do que suco de laranja (50%), acerola (30%) e goiaba (30%) (LEMOS et al., 2002).

Os atrativos alimentares podem ser elementos nutritivos de plantas ou elementos secundários, tais como glicosídeos, fenóis, alcaloides, entre outros compostos. Substâncias nitrogenadas como aminoácidos e peptídeos, presentes em proteínas hidrolisadas, atuam como estimulantes de alimentação para a mosca *B. tryoni*, e que seriam um dos fatores responsáveis pela captura dos insetos em armadilhas do tipo McPhail, aliados ao efeito de atração olfativa da amônia (BATEMAN; MORTON; 1981).

2.4.1. Proteína hidrolisada

Soluções de proteína hidrolisada são os atrativos mais usados para captura tanto de indivíduos fêmeas quanto machos de moscas-das-frutas (BATEMAN, 1972), mas atraem mais fêmeas (ALUJA et al., 1989; MALO, 1992). Utilizando proteína hidrolisada de milho, em lavouras de café, em São Paulo, as fêmeas de *C. capitata* foram mais atraídas e capturadas do que machos (PARRA et al., 1982).

Os atrativos compostos por proteínas são utilizados porque as fêmeas das moscas-das-frutas precisam de alimentos proteicos para o desenvolvimento do ovário e para alcançar a maturação sexual (HEATH et al., 1994). No entanto, os machos também são atraídos, pois para o desenvolvimento da glândula salivar, importante na produção de feromônio sexual, o

macho precisa consumir alimentos proteicos (ALUJA, 1994). A longevidade dos tefritídeos também está relacionada à alimentação de proteínas (ZUCOLOTO, 2000).

Os diversos estudos com atrativos a base de proteína hidrolisada, suco de frutas e melaço são realizados para melhorar a eficiência do monitoramento, mas acredita-se que as condições locais são determinantes para a escolha do atrativo (SALLES, 1999).

2.4.2. Açúcares

Após a emergência, as fêmeas tendem a se alimentar de sucos de frutos perto dos locais que emergiram (CHRISTENSON; FOOTE, 1960). Sucos de frutos são geralmente fontes ricas em açúcares (WILLIS et al., 1981), que permitem às fêmeas a obtenção de energia para sobrevivência, cruzamento, localização e oviposição em hospedeiros apropriados (ZUCOLOTO, 2000).

Em experimentos de estimulação, a frutose, a glicose e a sacarose são os carboidratos que mais estimulam respostas neurosensoriais em *C. capitata*. Em *R. pomonella*, foi demonstrado que as fêmeas consomem mais carboidratos que os machos, provavelmente devido a maior locomoção e metabolismo corporal exigidos para produção de óvulos e procura de hospedeiros (ZUCOLOTO, 2000).

2.4.3. Amônia

O odor é tido como o mais importante dos estímulos envolvidos na atração de moscas-das-frutas. Dessa forma, as proteínas, por serem inodoras, somente são atrativas depois de sua hidrólise. O amoníaco liberado neste processo é o responsável pela atração (MENDONÇA et al., 2003).

Experimentos com *Anastrepha suspensa* (Loew) envolvendo o efeito da idade em relação às respostas eletroantenográficas a duas substâncias atraentes, mostraram que as fêmeas desta espécie apresentaram maior sensibilidade à amônia, quando ainda não eram maduras sexualmente, e ao dióxido de carbono, quando estavam maduras. Porém, em testes envolvendo comportamento, foi observado que tanto as fêmeas imaturas quanto as maduras foram atraídas pela amônia. A liberação da amônia, principalmente, quando alguns alimentos

proteicos estão em estágio de decomposição, atrai naturalmente as moscas para estes recursos (KENDRA, 2005).

O aumento da atratividade das moscas-das-frutas com o aumento do pH da solução atrativa mostra que a liberação de alguns voláteis, como amônia, está ligada ao pH básico (BATEMAN; MORTON, 1981). A amônia é um eficiente atrativo para as fêmeas de *C. capitata*, porém, não quer dizer que a elevação do pH seja o único fator da liberação desse volátil (MAZOR et al., 1987).

Formulações comerciais de acetato de amônia e bicarbonato de amônia estão sendo avaliados como iscas para utilização em armadilhas para moscas-das-fruta (HEATH et al., 2007). Vários pesquisadores investigaram os compostos de amônia como eficientes atrativos para *Bactrocera zonata* (Saunders) e *C. capitata* (SAAFAN, 2005; MOUSTAFA; GHANIM, 2008), e acetato de amônia e putrecina para *A. suspensa* e *Anastrepha ludens* (Loew) (THOMAS et al., 2001)

Estudos revelaram diferença na atratividade entre alguns compostos de amônia, sendo recomendado para utilização em armadilhas atrativas, especialmente para fêmeas como alvo, de 3 a 5% de acetato de amônia e 3% de hidrogênio ortofosfato diamônico (El-GENDY, 2013).

2.5. Avaliação da atratividade

Além das condições do pomar, fatores extrínsecos, como precipitação pluvial, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade podem influenciar de forma negativa na capacidade de captura da armadilha para moscas-das-frutas. Por este motivo, o monitoramento deve ser bem realizado, a fim de estimar corretamente a população de moscas-das-frutas nas quadras e, assim, garantir confiáveis decisões de ação ou de não ação (RAGA, 2005).

O monitoramento com armadilhas possibilita também identificar o nível de controle das moscas-das-frutas. Para o gênero *Anastrepha* o nível de controle é 1 MAD (mosca/armadilha/dia) e para o gênero *Ceratitis* é de 2 machos/armadilha/dia (FUNDECITRUS, 2004; NASCIMENTO et al., 2000). Estes níveis são recomendáveis, porém, não existem estudos específicos no Brasil que possam assegurar estes dados (PAIVA, 2004).

O período de troca do atrativo alimentar, ou a durabilidade dele em solução no campo nas armadilhas McPhail é de 7 a 10 dias, dependendo da época do ano. Os intervalos entre uma avaliação e outra podem ser menores que aqueles dos reabastecimentos, quando existir grande número de adultos e/ou quando houver necessidade de avaliar a eficácia das medidas de controle (RAGA, 2005).

O monitoramento deve dar condições de previsibilidade da infestação de moscas-das-frutas e por isso a quantidade de armadilha é aumentada na periferia dos pomares, detectando populações invasoras. Os frascos são distribuídos a cada 50 m, contornando a área produtora e também no interior do pomar, presos em ramos firmes a 1,80 m de altura (RAGA; SOUZA FILHO, 2000).

A época de instalação das armadilhas para moscas-das-frutas varia de acordo com a quantidade e a fase das frutas no campo. Nos casos de caqui, nêspira e maracujá doce o monitoramento deve ser implantado logo no início do desenvolvimento dos frutos. (RAGA; SOUZA FILHO, 2000). Nas plantas cítricas precoces e semi-precoces, o monitoramento deve ser implantado logo após os frutos atingirem o tamanho bola de pingue-pongue (RAGA, 2005).

2.5.1. Avaliação da atratividade através da dispersão

A dispersão pode ser usada para designar a difusão e migração dos indivíduos de uma população, ou pode ser relacionada com a distribuição espacial dos indivíduos de uma população em um determinado momento (DOBZHANSKY, 1973).

Quanto à metodologia de estudos de dispersão, é utilizada a técnica de marcação-liberação-recaptura (SILVA, 2007). Pós fluorescentes de diferentes cores, tintas e esmaltes são utilizados para marcar lotes de moscas-das-frutas liberados no campo para estudo de dispersão, medidas de voo e estimativas da população natural. Em geral o pó é colocado sobre os pupários e quando ocorre a emergência dos adultos, os insetos ficam marcados na sutura ptilineal e na fronte (SILVA, 1990).

O uso de marcas em insetos a fim de se observar sua locomoção e os movimentos migratórios, tem sido relatado por vários autores. O método de coletar, marcar e reamostrar a população, a fim de estimar seu tamanho, vem sendo utilizado há bastante tempo, com vários tipos de animais (BAILEY, 1952).

Para o estudo de dispersão e do raio do voo da mosca-do-mediterrâneo, foram feitas 2 liberações de moscas estéreis, no inverno e no verão, em um pomar de citros sob condições semiáridas. As moscas foram marcadas com pós fluorescentes e liberadas em uma das margens do pomar. Do total de moscas recapturadas, 55% foi obtido na segunda semana após a liberação. O raio de voo alcançado foi de 700 m e não houve recaptura em um outro pomar à 700 m de distância do primeiro (VAKJD; SHOUKRY, 1976).

A disposição das armadilhas com soluções atrativas é um fator que influencia a captura das moscas marcadas. Um modelo de disposição é traçar uma cruz formando 2 ou mais eixos com o ponto de liberação localizado no centro da cruz, instalando as armadilhas à intervalos regulares, formando círculos concêntricos (SILVA, 1990).

Estudos de soltura-recaptura de *C. capitata* em café e citros, a fim de determinar a distância de voo, densidade populacional e longevidade das moscas no campo, cerca de 100.000 indivíduos criados em laboratório foram marcados com P e liberados à 350 m de um cafezal e de uma plantação de citros. As coletas mostraram uma eficiência de recaptura em torno de 3%, sendo que no café foi observada uma maior população natural. Indicou também que a população se deslocava de uma cultura para outra (WIENDL et al., 1977).

O conhecimento da distância média e da área de dispersão é importante para verificar se todas as armadilhas do experimento estão dentro do alcance das moscas-das-frutas estéreis liberadas.

2.5.2. Direção da dispersão

Um dos métodos mais comuns de estudo de dispersão de insetos de importância econômica é a marcação-liberação-recaptura (HUNT et al., 2001). BATEMAN (1976) sugere que espécies de moscas-das-frutas tropicais, tendem a ser fortes voadoras e, em consequência, apresentam grande capacidade de dispersão.

Análise de dados circulares é utilizada em muitas áreas do conhecimento. Em geral medidas circulares são registradas em fenômenos com observações direcionais (direção de um movimento de um animal após determinado estímulo, direção do vento, etc) (IZBICKI; ESTEVES, 2008).

Em decorrência da natureza periódica de tais características, as técnicas estatísticas desenvolvidas para variáveis reais, na reta, não são em geral apropriadas (FISCHER, 1993). Desse modo algumas técnicas de descrição de dados e procedimentos de inferência estatística

específicos foram desenvolvidas durante as últimas décadas para situações envolvendo características circulares (IZBICKI; ESTEVES, 2008).

O chamado “Rose Diagram” ou Diagrama de Rosas (MARDIA et al., 2000) é a representação gráfica de dispersão no círculo, em que cada observação é representada por um ponto. A área de cada setor deste gráfico é proporcional a frequência observada na amostra como um histograma usual (IZBICKI; ESTEVES, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, cuja as descrições seguem:

3.1. Experimento 1: Avaliação de formulações oriundas do produto Isca Samaritá® Tradicional (IST)

O experimento foi realizado em pomar de goiaba, com 15 anos de idade, cultivadas em sistema orgânico, instalado no Polo Regional Centro Norte/Apta em Pindorama-SP (21° 13' S e 48° 55' W). Com temperatura média anual de 22,8 °C, precipitação média anual de 1390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos, com 6 tratamentos (Tabela 2) e 4 repetições. O croqui experimental encontra-se na Figura 1.

Figura 1. Croqui da área do Experimento 1 no Polo Regional Centro Norte/APTA em Pindorama-SP.

Os tratamentos foram formulados com base em componentes e produtos da empresa Samaritá conforme Tabela 2. Os produtos da referida empresa são compostos por proteínas hidrolisadas de milho, açúcares redutores e conservantes. O atrativo a base de levedura torula (Pastilhas de Torula, Iscas Tecnológicas Ltda.) foi utilizado como padrão de monitoramento internacional (INTERNACIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2003), e o melaço por ser

de baixo custo e, com isso, ser comumente utilizado no Brasil (ORLANDO; SAMPAIO, 1973; MORAES et al., 1988).

Tabela 2. Soluções atrativas e suas respectivas concentrações utilizadas em armadilhas Mc Phail para avaliação da atratividade às moscas-das-frutas.

Tratamentos	Concentrações
T1. Isca Samaritá ®Tradicional (IST)	5%
T2. IST + Acetato de Amônia	5% + 3%
T3. IST + Acetato de Amônia	5% + 5%
T4. IST + Acetato de Amônia	5% + 7%
T5. Melaço	7%
T6. Torula	1% (3 pastilhas)

As armadilhas utilizadas foram do tipo McPhail, modelo bola com base amarela, produzida no Brasil pela Isca Tecnologias Ltda. Cada armadilha recebeu 400 mL de solução. As armadilhas foram instaladas no pomar, no dia 15/02/2016, a uma altura de aproximadamente 1,80 m do nível do solo, no interior da copa das árvores e na sombra. Cada tratamento ficou no mínimo 30 metros de distância do outro, para não haver interferência entre as soluções atrativas. Semanalmente as soluções das armadilhas foram trocadas por novas. A duração do experimento no campo foi de sete semanas.

As avaliações para quantificação de moscas-das-frutas foram realizadas 3 vezes na semana, sendo aos 1, 4 e 7 dias após a troca das soluções atrativas das armadilhas. As moscas-das-frutas coletadas foram colocadas em álcool 70%, para posterior separação por sexo e identificação quanto a espécie com auxílio de microscópio estereoscópico, baseada nos caracteres morfológicos das fêmeas. Foi realizada a contagem dos insetos úteis e inimigos naturais. O pH inicial e final de cada solução atrativa foi medido semanalmente, utilizando-se uma solução composta de 100 mL por tratamento.

O custo dos atrativos foi calculado por ponto de monitoramento, para aqueles disponíveis no mercado brasileiro, considerando-se uma troca de atrativo por semana num volume de 400 mL de solução/armadilha.

Foram analisados os dados de captura observados em cada parcela durante sete semanas, sendo transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$ e submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS versão 6.12 (SAS INSTITUTE, 1985).

3.2. Experimento 2: Teste de atratividade por estudos de dispersão

Após a realização do experimento 1, os tratamentos de interesse foram selecionados para o teste de atratividade.

Optou-se por avaliar a atratividade das soluções por estudos de dispersão utilizado para designar a difusão e a movimentação das moscas-das-frutas.

Utilizou-se a metodologia de marcação-liberação-recaptura, seguindo-se as recomendações do Manual de controle de qualidade de produto e procedimento de transporte para criação massal de moscas-das-frutas estéreis (FAO/IAEA/USDA, 2003). Foram utilizados machos e fêmeas de *A. fraterculus* estéreis e marcados procedentes da criação mantida pelo Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP), em Piracicaba, SP. A metodologia de criação de *A. fraterculus* está descrita em Walder et. al. (2014).

Utilizou-se um volume de 50 mL de pupas de *A. fraterculus*, com 30 pupas/mL, que foram irradiadas, coloridas artificialmente com pó fluorescente e acondicionados a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, em uma gaiola telada, até a emergência. Após a emergência dos adultos, foram fornecidos água e açúcar e mantidos por pelo menos 48 horas até a soltura no campo (WALDER et al., 2014).

A viabilidade do lote, assim como o peso médio pupal, estavam acima do padrão mínimo aceitável de qualidade dos insetos (WALDER et. al., 2014). Com esta viabilidade presume-se que a quantidade de moscas para a soltura no campo foi de aproximadamente 1.250 indivíduos.

O experimento 2 foi realizado em pomar de citros, na Fazenda Escola do Centro Universitário Adventista de São Paulo, UNASP, Engenheiro Coelho-SP, ($22^{\circ} 29' 18''$ S; $47^{\circ} 12' 54''$ W). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido do tipo Cwa, com temperaturas do mês mais quente superiores a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ e do mês mais frio inferiores a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. O índice pluviométrico anual da região é de 1.328 mm.

Os insetos foram liberados às 9:00 h da manhã no dia 10 de julho de 2016 (Figura 2). A área de liberação não sofreu tratamento fitossanitário durante a condução do experimento. A gaiola ficou no campo até todas as moscas saírem.

Figura 2. Metodologia de liberação das moscas-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* estéreis.

Para a recaptura dos insetos, foram utilizadas armadilhas do tipo McPhail, a cada 30 m, orientadas pelos pontos cardeais N, S, L, O, NE, SE, NO, SO, sendo 12 armadilhas por tratamento e 48 armadilhas no experimento. O ponto de intersecção, ou cruzamento das retas foi o local de liberação das moscas (Figura 3).

Figura 3. Diagramação da disposição das armadilhas no campo em relação ao ponto de soltura (distância em metros).

Foram utilizadas 4 soluções atrativas e dispostas nas direções relacionadas conforme Tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos com as concentrações e disposição das armadilhas utilizadas no experimento.

Tratamentos	Dose	Disposição
Isca Samaritá ®Tradicional (IST)	5%	L/O
IST + Acetato de Amônia	5% + 3%	N/S
Melaço	7%	NE/SO
Torula	1% (3 pastilhas)	NO/SE

A partir do primeiro dia após a liberação, foi realizada a contagem das moscas coletados nas armadilhas. A solução foi passada na peneira, retirados os insetos, colocados em frascos de 100 mL com álcool 70%, e retornada a solução para armadilha. As avaliações foram feitas no 1º, 3º e 7º dia após a liberação das moscas estéreis. Após a última contagem, as soluções das armadilhas foram retiradas. As moscas coletadas foram levadas a uma sala escura com lâmpada negra para contagem e observação se era proveniente da liberação ou selvagem.

Houve uma segunda liberação após 15 dias, com alteração da posição das soluções atrativas em 90° no sentido horário para verificar a influência da localização em relação a captura.

Dos resultados obtidos foram calculados a dispersão média em m/dia e a área abrangida em m²/dia, conforme o modelo matemático descrito por Dobzhansky e Wright (1943) e citado por Sales (1990), conforme fórmulas abaixo:

$$S^2 = \frac{\sum \left(r^3 * \frac{i}{a} \right)}{\sum \left(r * \frac{i}{a} \right) + \frac{C}{2\pi}}$$

$$DM = \frac{\sum \left(r^2 * \frac{i}{a} \right)}{\sum \left(r * \frac{i}{a} \right) + \frac{C}{2\pi}}$$

Onde:

S = área abrangida;

DM = dispersão média;

r = distância do ponto de liberação às armadilhas (raio);

i = número total de insetos coletados em cada anel;

a = número de armadilhas por anel;

c = número de insetos coletados por armadilha no anel central.

Também foram avaliadas a taxa de recaptura total e a porcentagem de recaptura em relação a distância do centro de soltura para incremento na avaliação das soluções atrativas.

Com objetivo de verificar a direção da dispersão das moscas-das-frutas foi realizada a análise circular. Esta análise é recomendada em casos em que se tem medidas circulares que são registradas em fenômenos com observação direcionais.

Dessa forma para ajuste dos dados foi utilizado o teste de Watner em relação à distribuição de von Mises, utilizando o pacote Circula e CircStar implementado para o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

Foram gerados para as duas liberações os diagramas do tipo Rose Diagram no qual se obtém a distribuição dos dados em função da circunferência. A área de cada setor desse gráfico é proporcional a frequência observada em cada direção. Assim a direção é avaliada pelo tamanho dos setores, sendo quanto maior a frequência de recaptura da solução atrativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1: Avaliação de formulações oriundas do produto Isca Samaritá® Tradicional (IST)

Todas as moscas do gênero *Anastrepha* capturadas no experimento foram identificadas como *A. fraterculus*, demonstrando ser a espécie de maior importância na região.

Verificou-se que o atrativo torula, utilizado como padrão, e as variações da IST com 3 e 7% de acetato de amônia não diferiram entre si, sendo mais eficiente na captura de adultos de *A. fraterculus* (Figura 4). Já o tratamento com melaço (7%) foi semelhante à proteína hidrolisada IST (5%) e a variação da IST com 5% de acetato de amônia (Figura 4), e estes, capturaram menor quantidade de moscas que o torula.

Figura 4. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) capturadas, durante o período de condução do experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não difere entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos no presente trabalho (Figura 4) corroboram os resultados obtidos por Long Scoz et al. (2006) que verificaram que a torula a 2,5%, é superior na atratividade na captura de adultos de *A. fraterculus* na cultura do pessegueiro quando utilizada em armadilhas modelo McPhail em relação a proteína hidrolisada a 5% e por Hedström e Jirón (1985) que

observaram que a torula na dose de 1% foi o atrativo alimentar mais eficiente na captura de *Anastrepha* spp.

Em diversos experimentos (MALAVASI et al. 1990; HEDSTRÖM; JIRÓN 1985) têm sido observada captura de 6 a 8 vezes maior de indivíduos de *Anastrepha* spp. quando utilizada a torula em relação ao melaço. Embora, o açúcar presente no melaço sirva de alimento para as moscas-das-frutas, de forma geral, as mesmas necessitam de compostos proteicos para o desenvolvimento sexual, sendo para os ovários (HEATH et al., 1994) ou para a produção de feromônios (ALUJA, 1994), evidenciando assim a menor preferência por melaço encontrada nesse experimento (Figura 4).

Acredita-se que o acetato de amônia quando adicionado em formulas comerciais favorecem a atração das moscas-das-frutas pela liberação gradual de amônia. Hedström e Jiménez (1988) avaliaram a captura de *Anastrepha* spp., em pomar de goiabeiras (*Psidium guajava*) e verificaram que o acetato de amônio foi mais eficiente que a torula boratada. Também, Braga Sobrinho et al. (2004a, b), fazendo observações em pomares de mangueiras (*Mangifera indica*) relataram que a melhor combinação de atraentes para *C. Capitata* foi o acetato de amônia+putrescina+trimetilamina e para *Anastrepha* spp. foi o acetato de amônia+putrescina+trimetilamina+propilenoglicol.

De acordo com os dados obtidos observou-se que o atrativo IST com 3 e 7% de acetato de amônia tiveram desempenho semelhante ao padrão internacional torula. Quando se dilui a proteína hidrolisada, a mesma inicia o processo de degradação emitindo amônia, sendo observado o pico de atratividade no terceiro dia de exposição. Com a adição do acetato de amônia a proteína, a intenção foi manter um padrão constante na atratividade, melhorando a eficiência na captura de moscas-das-frutas.

Figura 5. Comparação da atratividade das soluções testadas para *A. fraterculus*, nos três períodos diferentes de avaliação (1º dia após a exposição, 4º dias após a exposição, 7º dia após a exposição). Linhas seguidas pelas mesmas letras minúsculas (atrativos), não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas (período) iguais na mesma linha, não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A uniformidade na atração é um ponto relevante na escolha do atrativo. A solução atrativa torula foi a que teve um melhor uniformidade em relação a esse parâmetro (Figura 5), mantendo a atração crescente nos três períodos de avaliados. Já as demais soluções compostas por proteína hidrolisada não foram constantes na captura de moscas-das-frutas (Figura 5), com queda no 4º dia após a exposição das soluções no campo. Isso demonstra que nos tratamentos onde houve a adição do acetato de amônia, houve um incremento na atratividade no geral em relação ao tratamento sem a adição, porém, não conseguiu se manter constante em todo período de captura.

O alvo principal do monitoramento de moscas-das-frutas é a captura de fêmeas. Verificou-se que o atrativo torula e a IST com 3% de acetato de amônia foram mais eficientes na captura de fêmeas de *A. fraterculus* (Figura 6).

Figura 6. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de fêmeas de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) capturadas, durante o período de condução do Experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não difere entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As fêmeas corresponderam a 55% dos tefritídeos coletados. Diversos autores observaram a predominância de fêmeas na captura por soluções atrativas (PARRA et al., 1982; MALO, 1992; RAGA et al., 1996; RAGA, 2005.). Este fator foi atribuído a maior necessidade destas por proteínas, indispensáveis para a maturação sexual (ZUCOLOTO, 2000; KOVALESKI, 2000). Mazor et al. (1987) obtiveram melhoria da atratividade de fêmeas de *C. capitata*, com o aumento da liberação da amônia, medido por um equipamento chamado olfatômetro.

Figura 7. Comparação da atratividade das fêmeas de *A. fraterculus* entre as soluções testadas, nos três períodos diferentes de avaliação (1º dia após a exposição, 4º dias após a exposição, 7º dia após a exposição). Linhas seguidas pelas mesmas letras minúsculas (atrativos), não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas (período) iguais na mesma linha, não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A uniformidade na atração para as fêmeas também foi possível verificar pelo ligeiro crescimento de captura no 4º dia apenas para a solução atrativa com torula (Figura 7). As demais soluções atrativas seguiram a tendência dos parâmetros totais de atratividade, onde as soluções compostas de proteína hidrolisada com adição de acetato de amônia obtiveram maior incremento no início da exposição do campo, não conseguindo manter nas mesmas proporções para todo o período exposto. Isso ocorre devido a volatilização da amônia que ocorre em maior quantidade no início da exposição, diminuindo rapidamente antes que a proteína hidrolisada consiga se decompor suficientemente para manter a atratividade constante. Isso é possível verificar no final do período de exposição, onde os índices de atratividade aumentam (Figura 7).

Os dados de pH inicial e final mantiveram-se constantes no decorrer das semanas avaliadas, não apresentando variações entre as repetições (Tabela 4). Acredita-se que quanto maior o pH do atrativo utilizado, maior a captura de moscas-das-frutas (PAIVA, 2004),

devido ao aumento da degradação das proteínas e com isso aumenta a emissão de amônia favorecendo a atratividade (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4. Valor de pH das soluções atrativas utilizadas no experimento para avaliação da atratividade.

Tratamentos	pH inicial	pH final
Isca Samaritá® Tradicional (IST) – (5%)	4,5	4,0
IST + 3% de acetato de amônia (5% + 3%)	5,0	4,0
IST + 5% de acetato de amônia (5% + 5%)	5,0	4,0
IST + 7% de acetato de amônia (5% + 7%)	5,0	4,0
Melaço (7%)	6,0	4,0
Torula (1% = 3 pastilhas)	9,0	8,0

Paiva (2004) observou que as maiores capturas obtidas foram com Milhocina® (proteína hidrolisada) com bórax, com pH inicial 8,5 aos 2, 4 e 6 dias após a instalação da armadilha no campo. Dessa forma é possível relacionar o aumento de atratividade das formulações de IST + acetato de amônia, que com a adição deste composto, houve a elevação do pH (Tabela 4), como consequência uma maior emissão de amônia, resultando em uma maior atratividade para as moscas-das-frutas.

A seletividade das soluções atrativas para insetos úteis e inimigos naturais foi maior para os tratamentos com as proteínas hidrolisadas em relação a torula e melaço (Figura 8). Dentre os insetos úteis e inimigos naturais capturados, os mais relevantes foram da ordem Hymenoptera, das famílias Vespidae, Apidae e Formicidae; da ordem Coleoptera, da família Coccinellidae; da ordem Neuroptera, da família Chrysopidae e da ordem Hemiptera, da família Reduviidae e Pentatomidae (Tabela 5). A porcentagem maior de captura dentro dos tratamentos foi de Formicidae (Tabela 5).

Figura 8. Comparação entre as soluções atrativas em relação ao número médio de insetos úteis e inimigos naturais capturados, durante o período de condução do experimento 1. Pindorama/SP, fevereiro à abril de 2016. Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Armadilhas com soluções a base de proteína são atrativas para um grande número de insetos de diferentes ordens (KATSOYANNO et al., 1999). Galli et al. (2004) verificaram que o controle de moscas-das-frutas por isca tóxica interferiu menos na população de crisopídeos que a pulverização direta de fenthion nas goiabeiras, mas mesmo no pomar onde houve pulverização a população conseguiu restabelecer o equilíbrio depois das primeiras semanas de aplicação. Os autores usaram solução atrativa com proteína hidrolisada a base de milho a 5% com adição de bórax a 2%.

A IST e suas variações com acetato de amônia capturaram menos insetos benéficos (Figura 8) implicando em maior contribuição ao manejo integrado de pragas (MIP), sem prejudicar inimigos naturais ou insetos importantes para polinização das culturas.

Tabela 5. Porcentagem correspondente a captura de insetos úteis e inimigos naturais, em relação ao total de cada tratamento, classificado por ordens e famílias, durante a condução do experimento 1. Pindorama-SP. 2016.

Tratamentos	Ordens (Família)						
	Hymenoptera (Formicidae)	Hymenoptera (Vespidae)	Hymenoptera (Apidae)	Hemiptera	Neuroptera	Coleoptera	Outros
Isca Samaritá® Tradicional (IST)	42%	11%	14%	23%	1%	8%	1%
IST + 3% acetato de amônia	80%	2%	3%	6%	0	7%	1%
IST + 5% acetato de amônia	75%	4%	4%	9%	1%	5%	1%
IST + 7% acetato de amônia	80%	3%	3%	7%	0	6%	1%
Melaço	19%	6%	7%	11%	0	56%	1%
Torula	46%	7%	14%	21%	0	10%	2%

No Brasil, de maneira geral devido à facilidade de obtenção nas propriedades e baixo valor comercial, o melaço de cana-de-açúcar é comumente utilizado (ORLANDO; SAMPAIO, 1973; MORAES et al., 1988), e em muitos casos, tem comprometido os resultados do monitoramento, devido à falta de padrão de qualidade e consequente baixa eficácia de captura desses insetos.

A torula apresenta-se como atrativo de maior valor agregado (Tabela 6), contudo, apresenta altos índices de captura, inclusive de insetos úteis. Neste experimento, a atratividade da levedura torula foi semelhante aos tratamentos das soluções de IST mais 3% e 7% de acetato de amônia.

Tabela 6. Custo dos atrativos utilizados no experimento 1 para moscas-das-frutas.

Atrativo	Unidade	Preço (R\$)	Dose/ armadilha	Custo/ armadilha
Isca Samaritá® Tradicional (IST)	litro	R\$ 11,00	20 mL	R\$ 0,22
IST + 3% acetato de amônia*	litro	R\$ 16,00	20 mL	R\$ 0,32
Melaço	kg	R\$ 2,50	24 g	R\$ 0,06
Torula	caixa com 100 pastilhas	R\$ 145,00	3 pastilhas	R\$ 4,35

Dependendo do objetivo do monitoramento, as proteínas hidrolisadas, por apresentarem pouca variação na composição, serem mais específica e atraírem significativamente maior número de moscas-das-frutas quando comparada aos sucos de fruta e melaço, podem servir de referência para programas de detecção ou monitoramento do inseto.

A decisão do atrativo alimentar a ser utilizado dependerá dos objetivos do programa e do custo/benefício dos produtos (Tabela 6), neste caso, favorável ao emprego da proteína hidrolisada (5%) sendo este um dos motivos do uso generalizado deste tipo de atrativo no monitoramento no Brasil (MALAVASI et al., 1990; KOVALESKI; RIBEIRO, 2002).

4.2. Experimento 2: Teste de atratividade por estudos de dispersão

Na primeira liberação de moscas-das-frutas estéreis e marcadas, foram recapturados 123 indivíduos (9,84%) nas 48 armadilhas avaliadas (Tabela 7). Na segunda liberação foram recapturadas 214 moscas-das-frutas (17,12%) (Tabela 8).

Tabela 7. Número de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) recapturadas após a 1ª liberação no campo. Engenheiro Coelho-SP, 2016.

Recaptura após 1ª Liberação											
Posição	Solução Atrativa	Distância (m)	Dias após a instalação			Posição	Solução Atrativa	Distância (m)	Dias após a instalação		
			1°	3°	7°				1°	3°	7°
N	Isca Samaritá® Tradicional + 3% acetato de amônia	30	2	4	2	L	Isca Samaritá® Tradicional	30	-	2	1
		60	-	1	1			60	-	1	-
		90	-	-	-			90	-	-	-
		120	-	-	-			120	-	-	-
		150	-	-	-			150	-	-	-
		180	-	-	-			180	-	-	-
NO	Torula	30	7	18	1	SE	Torula	30	-	10	5
		60	-	6	-			60	-	1	2
		90	-	4	2			90	-	-	2
		120	-	6	1			120	-	-	-
		150	-	1	4			150	-	-	1
		180	-	-	-			180	-	-	-
O	Isca Samaritá® Tradicional	30	-	1	1	S	Isca Samaritá® Tradicional + 3% acetato de amônia	30	2	10	7
		60	-	-	-			60	-	5	7
		90	-	-	-			90	-	1	-
		120	-	-	-			120	-	-	-
		150	-	-	-			150	-	-	-
		180	-	-	-			180	-	-	-
SO	Melaço	30	-	-	-	NE	Melaço	30	-	-	-
		60	-	-	-			60	-	-	1
		90	-	-	-			90	-	-	-
		120	-	-	-			120	-	-	-
		150	-	-	-			150	-	-	-
		180	-	-	-			180	-	-	-

Tabela 8. Número de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) recapturadas após a 2ª liberação no campo. Engenheiro Coelho-SP, 2016.

Recaptura após 2ª Liberação											
Posição	Solução Atrativa	Distância (m)	Dias após a instalação			Posição	Solução Atrativa	Distância (m)	Dias após a instalação		
			1°	3°	7°				1°	3°	7°
N	Isca Samaritá® Tradicional	30	-	-	5	S	Isca Samaritá® Tradicional	30	-	2	3
		60	-	1	2			60	2	-	3
		90	-	1	2			90	-	1	1
		120	-	-	-			120	-	-	-
		150	-	-	-			150	-	-	1
		180	-	-	-			180	-	-	-
NO	Melaço	30	1	1	1	SE	Melaço	30	1	-	1
		60	-	-	1			60	-	1	-
		90	-	1	1			90	-	1	-
		120	-	-	1			120	-	-	-
		150	-	-	2			150	-	-	-
		180	-	-	-			180	-	-	-
O	Isca Samaritá® Tradicional + 3% acetato de amônia	30	3	4	2	L	Isca Samaritá® Tradicional + 3% acetato de amônia	30	4	2	2
		60	-	3	1			60	1	3	4
		90	-	1	2			90	-	-	4
		120	-	-	1			120	-	1	7
		150	-	-	-			150	-	2	5
		180	-	-	-			180	-	1	8
SO	Torula	30	1	-	9	NE	Torula	30	3	1	2
		60	1	-	-			60	7	3	12
		90	-	4	6			90	1	-	12
		120	-	2	2			120	5	2	12
		150	-	2	8			150	4	-	-
		180	-	-	8			180	8	1	-

Dantas et al. (2005) obtiveram uma recaptura de 2,15 e 2,38% em Madeira e Valencia respectivamente e em Israel foram recapturados 6,45% do total liberado. Já Silva (1990) obteve índice de recaptura de *C. Capitata* de 1,68% em áreas sem frutos e 3,66% em talhões com frutos.

Observou-se que o índice de recaptura obtido neste experimento foi alto em relação ao descrito na literatura. O pomar utilizado para condução havia sido recém colhido, porém, com alguns frutos remanescentes e no chão. Na segunda soltura possivelmente foram capturadas não somente as moscas-das-frutas liberadas no segundo momento, mas moscas da primeira liberação.

Na primeira liberação, na distância de 30 m do centro, foi onde concentrou-se a maior taxa de recaptura, 61,8% das moscas-das-frutas e a 60 m do centro, 20,3% (Tabela 9). Dantas et. al. (2005) verificaram que 70% dos machos estéreis foram recapturados no primeiro anel, à 100 m do centro de liberação. Segundo SÁ (2006), o estudo de dispersão evidencia que, quando existe fontes de alimentação e frutos para oviposição, as moscas-das-frutas não se dispersam a longas distâncias.

Tabela 9. Número de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*) recapturadas em relação a distância do centro de liberação, na 1ª e 2ª liberação, Engenheiro Coelho-SP, 2016.

Distância (m)	1ª Liberação		2ª Liberação	
	Quantidade	%	Quantidade	%
30	76	61,8	48	22,4
60	25	20,3	45	21,0
90	9	7,3	38	17,8
120	7	5,7	33	15,4
150	6	4,9	24	11,2
180	0	0,0	26	12,1

Na segunda liberação, a distribuição da recaptura foi mais uniforme, prevalecendo ainda a maior parte da recaptura até 90 m do centro de liberação. Acredita-se que a infestação estava maior e as moscas já estavam no pomar a mais tempo em relação à primeira liberação. Soto-Manitiu e Jirón (1989) recapturaram um indivíduo após 5 semanas de liberação, a mais de 1 km de distância, mostrando forte tendência à dispersão. No experimento de liberação e recaptura de Kovaleski (1997) foi relatado que 40 dias após a soltura ainda houve recaptura de *A. fraterculus* na mata, pomar de maçã e pastagem onde foram colocadas as armadilhas. Além disso relata que os adultos podem se deslocar cerca de 500 m em 3 dias, porém, a grande maioria fica próxima ao centro de liberação.

Silva (2007) verificou que a distribuição de moscas-das-frutas estéreis nos agrossistemas de manga e café estudados foi do tipo agregada, nas proximidades do ponto de liberação. Assim como foi possível observar nas duas liberações deste experimento, as moscas-das-frutas estéreis se concentraram próximas ao centro de liberação.

Utilizando o modelo de Dobzhansky e Wright (1943), citados por Sales (1990), na primeira liberação, as moscas-das-frutas atingiram a distância média de dispersão de 73 m/dia e área de dispersão de 8987 m²/dia após 7 dias de liberação na cultura dos citros. Já na

segunda liberação a distância média de dispersão foi de 120 m/dia e a área de dispersão de 16563 m²/dia. Esse acréscimo foi devido à maior taxa de recaptura e melhor distribuição na área total do experimento. Sá (2014) e Silva (1990) obtiveram resultados maiores de distância média e área de dispersão pois a área utilizada dos experimentos foram maiores.

As maiores distâncias médias e áreas percorridas foram alcançadas pelas moscas das frutas quando voavam na direção do atrativo torula (Tabela 10), no 7º dia após a exposição no campo na primeira liberação e na segunda liberação (Tabela 10 e Tabela 11) foi da direção do atrativo torula no 1º dia após a exposição e na direção da IST + 3% acetato de amônia no 7º dia após de exposição no campo. Também é possível observar que nem sempre o atrativo que captura mais é o que as moscas percorrem as maiores distâncias. O melaço obteve distância percorrida considerável em relação à IST e IST + 3% acetato de amônia no 7º dia após a exposição nas duas liberações e não capturou mais. As moscas voaram ao redor, mas não caíram nas armadilhas.

Tabela 10. Distância Média (DM) em m e Área (S²) de dispersão em m² percorrida por *A. fraterculus* após 1º, 3º e 7º dia após exposição do atrativo, na primeira liberação em pomar de citros, em Engenheiro Coelho-SP.

Tratamentos	1º		3º		7º	
	DM	S ²	DM	S ²	DM	S ²
Isca Samaritá® Tradicional (IST)	0,0	0,0	38,9	1832,2	25,0	748,9
IST + 3% acetato de amônia	27,3	817,6	48,0	2724,2	48,4	2586,3
Melaço	0,0	0,0	0,0	0,0	49,9	2995,8
Torula	28,4	851,0	76,6	7564,4	111,5	14339,5

Tabela 11. Distância Média (DM) em m e Área (S²) de dispersão em m² percorrida por *A. fraterculus* após 1º, 3º e 7º dia após exposição do atrativo, na segunda liberação em pomar de citros, em Engenheiro Coelho-SP.

Tratamentos	1º		3º		7º	
	DM	S ²	DM	S ²	DM	S ²
Isca Samaritá® Tradicional (IST)	54,5	3270,2	69,2	5536,7	74,1	7054,8
IST + 3% acetato de amônia	35,1	1435,7	102,2	13281,5	135,1	20115,2
Melaço	21,4	641,3	65,6	5059,8	113,5	14759,3
Torula	138,1	21352,1	116,1	14969,8	125,3	16988,6

A análise circular agrupou as direções em graus com valores equidistantes de acordo com a frequência de captura de moscas pelas armadilhas em determinadas direções.

No Rose Diagram apresentado para primeira e segunda liberação, foi possível observar que a ausência de uniformidade ($p = 0.187$) e semi uniformidade ($p = 0.066$) circular dos dados sugere a não aceitação da hipótese de que a distribuição segue o padrão uniforme ou a de von Mises (aproximadamente uniforme). (Figura 9). A distribuição referente a primeira liberação (Figura 9 - A) sugere maior tendência para NO, direção do atrativo torula, seguida de S, SE e N. E, respectivamente IST + 3% acetato de amônia, torula IST + 3% acetato de amônia. A distribuição referente a segunda liberação (Figura 9 – B) sugere maior tendência para NE, seguida de SO, direções do atrativo torula.

Figura 9. Representação angular das observações de recaptura de *A. fraterculus* pelas soluções atrativas testadas – (A) Rose Diagram para a primeira liberação e (B) Rose Diagram para segunda liberação.

Alguns fenômenos que ocorrem nos animais podem ser influenciados tanto por fatores abióticos quanto pelo ritmo circadiano do próprio animal (BRIGHENTI, 2014). Neste caso foi possível observar que não existe influência do ritmo circadiano do animal em relação a direção de voo. Com a alteração das direções das soluções atrativas de posição, as moscas tiveram preferência pelos mesmos atrativos nas duas situações que foram a torula e a IST + 3% acetato de amônia.

5. CONCLUSÕES

A inclusão do aditivo acetato de amônia é eficiente na atratividade das moscas-das-frutas, aumentando a atratividade do produto comercial Isca Samaritá® Tradicional.

O acetato de amônia não influencia na atratividade de insetos úteis e inimigos naturais.

O produto comercial Isca Samaritá® Tradicional + 3% de acetato de amônia teve o melhor custo/benefício em relação aos demais atrativos testados.

As moscas-das-frutas, da espécie *Anastrepha fraterculus*, se dispersam em busca do melhor atrativo alimentar.

REFERÊNCIAS

- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, n.1, p. 155-178, 1994.
- ALUJA, M.; CABRERA, M.; GUILLEN, J.; CELEDONIO, H.; AYORA, F. Behaviour of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) on a wild mango tree (*Mangifera indica*) harbouring three McPhail traps. **Insect Science and its Application**, Nairobi, v. 10, n. 3, p. 309-318, 1989.
- BAILEY, N.T. Improvements in the interpretation of recapture data. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 21, n. 20, p. 120-127, 1952.
- BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Australia, v. 17, n.1, p. 493-518, 1972.
- BATEMAN, M.A. Fruit flies. In: DeLUCI, V.L. Studies in biological control. Cambridge: University Press, p.11-49, 1976.
- BATEMAN, M.A.; MORTON T.C. The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies (Family: Tephritidae). **Australian Journal of Agricultural Research**, Australia, v. 32, n.1, p. 883-903, 1981.
- BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M.; HOEFELICK, W.R.E.; GUIMARÃES, J.A.; BANDEIRA, C.T. Evaluation of fruit fly attractants in the State of Ceará, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. esp., p. 253-258, 2004a.
- BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M.; HOEFELICK, W.R.E.; PEIXOTO, M.J.A. Development of fruit fly attractant systems for mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 645, p. 475-480, 2004b.
- BRIGHENTI, C.R.G.; BRIGHENTI, D.M.; MIRANDA, Y.S.S. de; OLIVEIRA, T.G.S. Distribuição Von Mises na avaliação de dados apícolas. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 63, n. 243, p. 461-471, set. 2014. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014003300007&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 1 out. 2016.
- CALKINS, C.O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, p. 36-45, 1995.
- CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M. Captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) com atrativos alimentares associados com inseticida e corante. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Cidade, v. 6, n. 2, p. 235-246, 2000.

- CHRISTENSON, L.D.; FOOTE, R.H. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Cidade, v. 5, p. 171-192, 1960.
- COHEN, H.; YUVAL, B. Perimeter trapping strategy to reduce Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage on different host species in Israel. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n.1, p. 721-725, 2000.
- DOBZHANSKY, T.E.; WRIGHT, S. Genetics of natural populations X Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, Princeton, v. 28, p. 304-340, 1943.
- DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. Capítulo 25, p. 187-192.
- EL-GENDY, I.R. Response of the peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae), to synthetic food-odor lures and extent the effect of pH on attracting the fly. **Journal of Entomology**, Giza, Egypt, v. 10, n.3, p. 136-146, 2013.
- FAO/IAEA/USDA. 2003. **Manual for product quality control and shipping procedures for sterile mass-reared tephritid fruit flies**, Version 5.0. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 85 p.
- FISHER, N.I. **Statistical analysis of circular data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 277 p.
- FUNDECITRUS. **Moscas-das-frutas**. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/21>. Acesso em: 4 fev. 2004.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.D.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. 10 v. São Paulo: Agronômica Ceres, 2002. 531 p.
- HEATH, R.R.; VAZQUEZ, A.; ESPADA, C.; KENDRA, P.E.; EPSKY, N.D. Quantification of ammonia release from fruit fly (Diptera: Tephritidae) attractants using infrared spectroscopy. **Journal of Economic Entomology**, Miami, v. 100, n.2, p. 580-585, 2007.
- HEATH, R.R.; EPSKY, N.D.; BLOEM, S.; BLOEM, K.; ACAJABON, F.; GUZMAN, A.; CHAMBERS, D. pH effect on the attractiveness of a corn hydrolysate to the Mediterranean fruit fly and several *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 87, n. 4, p. 1008-1013, 1994.
- HEDSTRÖM, I.; JIMÉNEZ, J. Evaluación de campo de sustancias atrayentes en la captura de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae), plaga de frutales en América Tropical. II. Acetato

- de amônio y tórula boratada. **Revista Brasileira de Entomologia**, Atenas, Costa Rica, v. 32, n. 2, p. 319-322, 1988.
- HEDSTRÖM, I.; JIRÓN, L.F. Evaluación de campo de sustancias atrayentes en la captura de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae), plaga de frutales en América Tropical. I. Melaza y tórula. **Revista Brasileira de Entomologia**, San Jose, Costa Rica, v. 29, n. 3/4, p. 515-520, 1985.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; ALUJA, M. Listado de especies del genero neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. **Folia Entomologica Mexicana**, Xalapa, v. 88, n. 1, p. 89-105, 1993.
- HUNT, T. E., HIGLEY, L. G., WITKOWSKI, J. F., YOUNG L. J., HELLMICH R. L. Dispersal of adult European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) within and proximal to irrigated and non-irrigated corn. **Journal of Economic Entomology**. Lanhan, v.94, p.1369-1377, 2001.
- IZBICKI, R.; ESTEVES, L.G. Análise de dados circulares. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO IME-USP, 4., 2008, São Paulo. **Anais de Iniciação Científica da USP**, São Paulo: Editora, 2008. p.123.
- KENDRA, P.E.; MONTGOMERY, W.S.; MATEO, D.M.; PUCHE, H.; EPSKY, N.D.; HEATH, R.R.; Effect of age on EAG response and attraction of female *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) to ammonia and carbon dioxide. **Environmental Entomology**. v. 34, n. 3, p. 584-590. 2005.
- KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 85 p. 2004. (Frutas do Brasil, 38).
- KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2002. (Circular Técnica, 34).
- LANG SCOZ, P; BOTTON, M; SILVEIRA GARCIA, M; LUIZ PASTORI, P. 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**, Arica, v. 24, n. 2, p. 7-13, ago. 2006. Disponível em <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000200002&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 29 set. 2016.
- LEMOES, R.N.S.; SILVA, C.M.C.; ARAÚJO, J.R.G.; COSTA, L.J.M.P.; SALLES, J.R.J. Eficiência de substâncias atrativas na captura de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 687-689, 2002.

- LIMA, I.S. Semioquímicos das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 1992, Viçosa. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, V21, n.3, p. 437-452, 1992.
- MALAVASI, A.; DUARTE, A.L.; CABRINI, G.; ENGELSTEIN, M. Field evaluation of three baits for South American cucurbit fruit fly (Diptera: Tephritidae) using McPhail traps. **Florida Entomologist**, Flórida, USA, v. 73, n. 3, p. 510-512, 1990.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In. MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 10, p. 93-98.
- MALO, E.A. Effect of bait decomposition time on capture of *Anastrepha* fruit flies. **Florida Entomologist**, v. 75, n. 2, p. 272-274, 1992.
- MALO, E.A.; ZAPIEN, G.I. McPhail traps of *Anastrepha obliqua* and *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in relation to time of day. **Florida Entomologist**, v. 77, n. 2, p. 290-294, 1994.
- MARDIA, K.V.; JUPP, P.E. **Directional statistics**. Chichester: Wiley. 2000. 350 p.
- MAZOR, M.S.; GOTHIF, S.; GALUN, R. The role of ammonia in the attraction of females of the Mediterranean fruit fly to protein hydrolysate baits. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 43, n.1, p. 25-29, 1987.
- MENDONÇA M.C.; NASCIMENTO A.S.; MELO, A.S. Eficiência de atratividade da isca fotoativa para moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 32, n. 2, p. 147-152, 2003.
- MORAES, L.A.H.; CHOUENE, E.C.; BRAUN, J. Efeito de atrativos na captura de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p.45-62, 1988.
- MOUSTAFA, S.A.; GHANIM, N.M. Some ammonium compounds as olfactory stimulants for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **Journal of Agricultural Science**. Mansoura Univ., v. 33, n. 12, p. 8965-8973, 2008.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. Piracicaba: Ceres, 1981. 314 p.
- NASCIMENTO, A.S., CARVALHO, R.S. Pragas da mangueira. In: SOBRINHO, R.B.; CARDOSO, J.E.; FREIRE, F.C.O. (Ed.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1998. p. 155-167.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância**

- econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000. cap. 13. p. 109-112.
- NORA, I.; SUGIURA, T. Pragas da pereira. In: EPAGRI (ed.). **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. 341 p.
- ORLANDO, A.; SAMPAIO, A.S. Moscas-das-frutas. *Biológico*, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 143-150, 1973
- PAIVA, P.E.B. **Moscas-das-frutas em citros:** densidade de armadilha para monitoramento, efeito do pH na atração e determinação do nível de controle. 2004. 48 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Flutuação populacional e atividade diária de voo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros 'Mundo Novo'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 7, p. 985-992, 1982.
- PRONI, E.A. e MACIEIRA, O.J.D. Ritmo circadiano da taxa respiratória de *Tetragonisca angustula fiebrigi* (Schwarz), *T. angustula* (Latreille) e *Trigona spinipes* (Fabricius) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Londrina, v. 21, n. 4, p. 987-993, 2004.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM . **R:** A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3- 900051-07-0, URL. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 11 set. 2016.
- RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F. Manejo e monitoramento de moscas-das-frutas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 3., 2000, Mogi das Cruzes. **Anais da III REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO MODI DAS CRUZES**. Mogi das Cruzes: Instituto Biológico/Sindicato Rural de Mogi das Cruzes, 2000. p. 51-57.
- 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000687052006000200016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Jul. 2015.
- RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista, **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v. 26, n. 2, p. 307-322, 2005.
- SA, R.F. Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de Anagé, BA. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 401-

- 411, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000200016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 19 Jul. 2015.
- SAAFAN, M.H. Field evaluation of some attractants for attracting the adults of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*(Wiedemann) and peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) in citrus orchards. **Egyptian Journal of Agricultural Research**. v. 83, n. 1, p. 1141-1156, 2005.
- SALLES, L.A.B. Efeito da temperatura constante na oviposição e no ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae). In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 1993, Local. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** Londrina, v. 22, n. 1, p. 57-62. 1993.
- SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: Embrapa/CPACT. 1995. 58 p.
- SALLES, L.A.B. Suco de frutas como atrativos para captura de adultos de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wed., 1830) (Diptera, Tephritidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Cidade, v. 3, n. 1, p. 25-28, 1997.
- SALLES, L.A.B. Efeitos do envelhecimento e da decomposição do atrativo na captura de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 148, n.1, p. 147-148, 1999.
- SALLES, L.A.B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. Capítulo, p. 81-86.
- SALLES, L.A.B. A mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 42-45.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5. ed. Cary, 1985. 956 p.
- SILVA, A.B.; BATISTA, J.L. **Mosca-das-frutas: uma ameaça à fruticultura**. Artigos técnicos. 2015. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=723>. Acesso em: 09 de julho de 2015.
- SILVA, E.B. **Aspectos da dispersão da Mosca-do-Mediterraneo *Ceratitis Capitata* (Wied. 1824) (Diptera: Tephritidae) marcada com 32P em Citros**. 1990. 73 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 1990.

- SOTO-MANITIÚ, J.; JIRÓN, L.F. Studies on the population dynamics of the fruit flies, *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), associated with mango (*Mangifera indica* L.) in Costa Rica. **Trop. Pest Manage.** 35: 425-427, 1989.
- THOMAS, D.B.; HOLLER, T.C.; HEATH, R.R.; SALINAS, E.J.; MOSES, A.L. Trap-lure combinations for surveillance of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 84, n. 3, p. 344-351, 2001.
- WADLEY, F.M. Some mathematical aspects of insect dispersion. **Annals of Entomological Society of America**, Columbus, v. 50, n. 3, p. 230-231, 1957.
- WAKJD, A.M.; SHOUKRY, A. Dispersal and flight range of mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. in 1 Egypt. **Zeltschrlft fur angewandte Entomologie**, Berlin, v. 81, n. 1, p. 214-218, 1976.
- WALDER, J.M.M.; MORELLI, R.; COSTA, K.Z.; FAGGIONI, K.M.; SANCHES, P.A.; PARANHOS, B.A.J.; BENTO, J.M.S.; COSTA, M.L.Z. Large scale artificial rearing of *Anastrepha* sp.1 aff. *fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, n. 4, p. 281-286, 2014.
- WIENDL, F.M.; WALDER, J.M.M.; SGRILLO, R.B.; ARTHUR, V.; PACHECO J.M.; EPIPHANIO J.C.N. Estudos de soltura-recaptura da mosca do Mediterrâneo *Ceratitis capitata* marcada com fósforo radioativo ^{32}P em café e citros. **Ciência e Cultura**, v. 29, n. 7, p. 475, 1977.
- WILLIS, J.H. Juvenile Hormone: The status of “status quo” **American Zoologist**, v. 21, n. 1, p. 763-773, 1981.
- ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 1, p. 13-24.
- ZUCOLOTO, F.S. Alimentação e nutrição de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 7. p. 67-80.