

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



DISSERTAÇÃO

Adição de conservantes em atrativos alimentares a base de proteína vegetal e horário de busca para o monitoramento de adultos de moscas-frutas (Diptera: Tephritidae)

Javier Antonio Contreras Miranda

Pelotas, 2020

Javier Antonio Contreras Miranda

Adição de conservantes em atrativos alimentares a base de proteína vegetal e horário de busca para monitoramento de adultos de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

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

Orientador: Dr. Dori Edson Nava

Coorientador: Dr. Daniel Bernardi

Pelotas, 2020

Javier Antonio Contreras Miranda

Adição de conservantes em atrativos alimentares a base de proteína vegetal e horário de busca para monitoramento de adultos de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia) Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,

Data de defesa: 31 de agosto, 2020

Banca Examinadora:

Dr. Dori Edson Nava (Orientador)

Doutor em Entomologia pela Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

Prof. Dr. Daniel Bernardi (Coorientador)

Doutor em Entomologia pela Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

Dra. em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Adrise Medeiros Nunes

Dra. em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas.

A meus pais.
Senhor, Felix Antonio Contreras Pazmiño
Senhora, Mercedes Marina Miranda Pin
Dedico

Agradecimentos

A Deus e as forças, naturais ou não, que manejam as energias positivas sobre o planeta terra, pela proteção.

Aos meus pais, o Senhor *Don* Feliz A. Contreras Pazmiño, e a Senhora *Doña* Mercedes M. Miranda Pin., por seu carinho e pelos esforços realizados, para me ajudar a formar como profissional e agora como Mestre, por seu apoio, guia em cada uma das metas, por sempre acompanhar os desafios que me proponho, por esta e futuras vitórias.

Aos meus irmãos Carlos, Fabian, Raül e Mercedes parte dos motivos de meus logros e colegas de luta.

A todas e cada uma das pessoas que sempre confiaram em mim e que de uma ou outra maneira estão me apoiando ou me apoiaram.

Ao Campus Visconde de Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense (IFSul) por ceder á área do pomar de goiaba para realizar o experimento de monitoramento com *Ceratitís capitata*.

Ao Programa de Bolsas de Pós-Graduação da OEA-GCUB (Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras) e a Condição de Aperfeiçoamento do Pessoal de Educação Superior (CAPES) pela seleção e concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado e seu laboratório de Entomologia pelas facilidades oferecidas para o desenvolvimento desta pesquisa.

Resumo

CONTRERAS-MIRANDA, Javier Antonio. **Adição de conservantes em atrativos alimentares a base de proteína vegetal e horário de busca para monitoramento de adultos de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae)**

63p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Fitossanidade - Concentração Entomologia) Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2020.

As moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) são as principais pragas da fruticultura brasileira. Para o manejo desse grupo de insetos-praga o monitoramento com uso de proteína hidrolisada é essencial para se obter sucesso no controle. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo: a) avaliar a captura de adultos de *A. fraterculus* quando da adição dos conservantes bórax e cloreto de benzalcônio nos atrativos alimentares Bioanastrepha[®] e Isca Samaritá Tradicional[®] em comparação com o atrativo a base de proteína animal Ceratrap[®] (testemunha, sem adição de conservantes), bem como verificar o efeito sobre insetos não-alvos; b) conhecer a atividade diária de *A. fraterculus* e *C. capitata* em relação ao horário de alimentação, mediante a captura de adultos em armadilhas de monitoramento iscadas com diferentes atrativos alimentares. Para o primeiro experimento foram dispostas 25 armadilhas no campo, colocadas no dossel das árvores a uma altura de 1,5m contendo 400ml de proteína alimentar isolada ou em mistura, sendo avaliadas semanalmente por um período de dois meses. Para o experimento de determinação do horário de atividade de alimentação foram dispostas armadilhas McPhail contendo 400ml de proteína alimentar isolada no interior dos pomares, sendo avaliadas inicialmente durante os períodos diurno e noturno e após somente no período diurno a cada duas horas. Os atrativos Bioanastrepha[®], Isca Samaritá Tradicional[®] e Ceratrap[®] proporcionaram captura de adultos de *A. fraterculus* quando usados individualmente em armadilhas McPhail. Porém, com a adição de bórax e cloreto de benzalcônio, os atrativos Bioanastrepha[®] 5% e Isca Samaritá Tradicional[®] apresentaram um acréscimo significativo no número de adultos capturados, tendo as fêmeas uma porcentagem superior aos machos. Em relação a insetos não-alvo, as maiores porcentagens de indivíduos capturados foram pertencentes às ordens Coleoptera e Diptera (Drosophilidae). Contudo, também houve a captura de insetos pertencentes às ordens Hymenoptera (Formicidae, Vespidae e Apidae), Neuroptera e Lepidoptera, sendo a porcentagem de captura inferior a 1% dos insetos em relação ao total de *A. fraterculus*. As maiores capturas de adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* em armadilhas McPhail ocorreram durante o período diurno compreendido entre 06:30 às 18:30 para ambas as espécies. O atrativo alimentar BioAnastrepha[®] proporcionou as maiores capturas em

relação a Isca Samaritá Tradicional[®] e Ceratrap[®]. Para *A. fraterculus* e *C. capitata*, o período de maior atividade de busca pelo atrativo alimentar foi observado das 12h30min às 16h30min, horário de maior temperatura no dia. A adição de bórax e cloreto de benzalcônio aos atrativos Bioanastrepha[®] e Isca Samaritá Tradicional[®] potencializam o efeito de captura de *A. fraterculus*, sendo uma alternativa para aumentar a eficiência dos atrativos nas armadilhas de monitoramento. A definição do período de maior atividade de adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* no campo auxilia na elaboração e delineamento de estratégias de manejo a serem adotadas.

Palavras-chave: Monitoramento, Proteína hidrolisada, *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitidis capitata*, período de alimentação.

Abstract

CONTRERAS-MIRANDA, Javier Antonio. **Addition of preservatives in food lures based on vegetable protein and foraging time for monitoring fruit fly adults (Diptera: Tephritidae)**. 63p. Dissertation (Master of Science in Crop Protection - Entomology Concentration) Postgraduate Program in Crop Protection, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas 2020.

The fruit flies *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) are the main pests of Brazilian fruit growing. For the management of this group of pest insects, monitoring using hydrolyzed protein is essential for successful control. Thus, the present study aimed to: a) evaluating the capture of *A. fraterculus* adults when adding the preservatives borax and benzalkonium chloride to the food lures Bioanastrepha® 5% and Isca Samaritá Tradicional® compared to the food lure Ceratrap®, based on animal protein (control, without the addition of preservatives), as well as checking the effect on non-target insects; b) knowing the daily activity of *A. fraterculus* and *C. capitata* related to the feeding schedule, by capturing adults in bait monitoring traps with different food lures. For the first experiment, 25 traps were placed in the field, in the canopy of trees at a height of 1.5m, containing 400 ml of food protein alone or in mixture, being evaluated weekly for a period of two months. For the experiment to determine the time of feeding activity, McPhail traps containing 400 ml of isolated food protein were placed inside the orchards, being evaluated initially during the day and night and then only during the day every two hours. The lures Bioanastrepha®, Isca Samaritá Tradicional® and Ceratrap® provided capture of *A. fraterculus* adults when used individually in McPhail traps. However, with the addition of borax and benzalkonium chloride, the lures Bioanastrepha® 5% and Isca Samaritá Tradicional® showed a significant increase in the number of adults captured, having a higher percentage of females compared to males. In relation to non-target insects, the highest percentage of captured individuals belonged to the order Coleoptera and Diptera (Drosophilidae). However, there was also the capture of insects belonging to the orders Hymenoptera (Formicidae, Vespidae and Apidae), Neuroptera and Lepidoptera, but the

percentage of capture was less than 1% of insects in relation to the total of *A. fraterculus*. The largest adult catches of *A. fraterculus* and *C. capitata* in McPhail traps occurred during the day between 06h:30min and 18h:30min for both species. The BioAnastrepha® food lure provided the largest catches when compared to Isca Samaritá Tradicional® and Ceratrap®. For *A. fraterculus* and *C. capitata*, the period of greatest forage for the food lure was observed from 12h30min to 16h30min, time of highest temperature on the day. The addition of borax and benzalkonium chloride to the lures Bioanastrepha® and Isca Samaritá Tradicional® enhance the capture effect of *A. fraterculus*, being an alternative to increase the efficiency of the lures in monitoring traps. The definition of the period of greatest activity of *A. fraterculus* and *C. capitata* adults in the field helps in the elaboration and design of management strategies to be adopted.

Keywords: Monitoring, Hydrolyzed protein, *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitidis capitata*, Feeding period.

Lista de Figuras

Artigo 1

- Figura 1. Número total de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.....39
- Figura 2. Número total de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Isca samarita tradicional[®] isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de janeiro a fevereiro de 2020.....40

Artigo 2

- Figura 1. Número total (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares durante o período diurno (6h:31min às 18h:30min) (A) e noturno (18h:30min às 6h:31min) (B)..... 52
- Figura 2. Número total de machos e fêmeas de *Ceratitis capitata* capturadas em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares durante o período diurno compreendido entre 06h:31min às 18h:30min.....53
- Figura 3. Número de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturados a cada duas horas durante o período diurno entre 06h:30min às 18h:30min em três atrativos alimentares. (A) BioAnastrepha[®] 5%; (B) Isca Samaritá Tradicional[®] 0,5% e (C) Ceratrap[®] 1,5%.....54
- Figura 4. Número de adultos de *Ceratitis capitata* capturados a cada duas horas durante o período diurno compreendido entre 06h:30min às 18h:30min em três atrativos alimentares. (A) BioAnastrepha[®] 5%; (B) Isca Samaritá Tradicional[®] 0,5% e (C) Ceratrap[®] 1,5%.....55

Lista de Tabelas

Artigo 1

- Tabela 1. Tratamentos utilizados para a execução dos experimentos com diferentes atrativos alimentares e conservantes (concentração).....34
- Tabela 2. Número de machos e fêmeas e razão sexual de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] isoladamente ou em combinações com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.....35
- Tabela 3. Número de machos e fêmeas e razão sexual de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Isca samarita[®] isoladamente ou em combinações com diferentes conservantes durante o período de janeiro a fevereiro de 2020.....36
- Tabela 4. Insetos não-alvos (%) capturados em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] 5% isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.....37
- Tabela 5. Insetos não-alvos (%) capturados em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Isca samarita tradicional[®] isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de janeiro a fevereiro de 2020.....38

Sumário

1 Introdução geral	12
2 Artigo 1 - Uso de conservantes para atrativos alimentares a base de proteína vegetal para monitoramento de <i>Anastrepha fraterculus</i> (Diptera: Tephritidae) a campo.....	18
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos.....	22
2.3 Resultados.....	24
2.4 Discussão.....	26
2.5 Referências.....	29
3 Artigo 2 - Horário de busca do atrativo alimentar por adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> e <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba...42	
3.1 Introdução.....	43
3.2 Materiais e Métodos.....	44
3.3 Resultados e Discussão.....	47
3.4 Referências.....	49
4 Considerações gerais.....	56
5 Referências gerais.....	57

1. Introdução geral

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo (KIST et al., 2018). A produção que provêm da fruticultura gera renda econômica para o País, tanto das exportações quanto do mercado interno, além de apoiar à geração de empregos de forma direta, pelo uso da mão de obra do setor agrícola do País. A fruticultura se encontra entre os maiores geradores de emprego, renda e desenvolvimento no setor rural, permitindo melhorar e dinamizar a economia local (FACHINELLO et al., 2011).

Entre os fatores que diminuem a qualidade das frutas brasileiras estão os problemas fitossanitários e dentre esses as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas limitantes para a produção. No Brasil as principais espécies de tefritídeos praga pertencem ao gênero *Anastrepha*, além de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), que tem como principais hospedeiros espécies das famílias vegetais Anacardiaceae, Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae e Sapotaceae (ALBERTIL et al., 2009; ZUCCHI, 2012).

O desenvolvimento das moscas-das-frutas é de tipo holometábola, também conhecido por desenvolvimento completo, passando pelos estágios de ovo, larva, pupa e adultos. Os ovos e as larvas se desenvolvem dentro do fruto, as pupas no solo e os adultos vivem na vegetação. A duração do ciclo de vida é variável com as condições ambientais, com o hospedeiro e com a espécie. *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) tem um ciclo variável de 25 a 35 dias (MONTES, 2006). BISOGNIN et al. (2013) mencionam que o ciclo de desenvolvimento de *A. fraterculus* é de 28 dias em média. Esta espécie conhecida popularmente por mosca-das-frutas sul-americana é considerada a espécie mais importante do gênero e a de maior ocorrência nos pomares brasileiros (ZUCCHI, 2000; HÄRTER et al., 2015; NUNES et al., 2013). Os adultos de *A. fraterculus* têm uma coloração amarela, apresentam manchas nas asas, em forma de S e outra em forma de V invertido. As fêmeas possuem um ovipositor pronunciado na extremidade do abdômen (ZART et al., 2006). No caso de *C. capitata* o corpo do adulto tem uma coloração amarelo escuro, com a parte superior do tórax cor preta, abdômen com duas faixas transversais cor cinzas amareladas, as fêmeas se diferenciam dos machos por,

além do ovipositor no final do abdômen, pela presença de um par de antenas arredondadas no ápice (GALLO et al., 2002)

Anastrepha fraterculus e *C. capitata* são as principais espécies de moscas-das-frutas de ocorrência predominante no Sul do Brasil, responsáveis por ocasionar prejuízos à fruticultura de clima temperado, principalmente na cultura da macieira (*Malus domestica* Borkhausen) (Rosales: Rosaceae), pessegueiro [*Prunus persica* (Linnaeu) Batsch] (Rosales: Rosaceae) e videira [(*Vitis vinifera* L.) (Vitales: Vitaceae)] (NAVA; BOTTON, 2010). Dessas duas espécies de mosca-das-frutas, *A. fraterculus*, é a espécie dominante da região Sul (NAVA; BOTTON, 2010; NUNES et al., 2013).

Os danos são atribuídos às fêmeas que perfuram o fruto para realizar a oviposição, comprometendo o desenvolvimento dos frutos que caem devido a alimentação das larvas na polpa (ZART et al., 2006). Além disso, a injúria causada pelo inseto durante a oviposição possibilita a penetração de patógenos, reduzindo a qualidade do produto final (MACHOTA Jr. et al., 2013) causando importantes perdas na produção (BOTTON et al., 2014).

Historicamente, o controle de *A. fraterculus* e *C. capitata* tem sido realizado com inseticidas fosforados e piretroides aplicados em cobertura total seguindo um calendário pré-definido. Entretanto, devido à elevada toxicidade, baixa seletividade aos inimigos naturais e grande período de carência, muitos fosforados foram retirados do mercado (ex.: fentiona) ou tiveram redução no número de culturas registradas (ex.: fenitrotiona), restringindo ainda mais as alternativas de manejo (NAVA; BOTTON, 2010), principalmente, para cultivos de frutíferas em sistemas orgânicos de produção, onde o emprego de substâncias químicas sintéticas não é permitido (ZANARDI et al., 2015). Neste contexto, tais aspectos têm motivado a realização de estudos visando detectar alternativas de manejo, como a utilização de iscas tóxicas, constituídas de uma mistura de um atrativo alimentar e um inseticida registrado para a cultura, principalmente, com utilização de produtos que estejam de acordo com os preceitos e normas de empresas certificadoras da agricultura orgânica (NAVA; BOTTON, 2010; BORGES et al., 2015; HARTER et al., 2015).

O monitoramento de mosca-da-fruta permite um controle eficiente da praga, por meio da otimização das estratégias de manejo (BOTTON et al., 2012). O monitoramento da população de uma praga, permite um melhor

entendimento da flutuação populacional em certas áreas ou regiões e auxilia técnicos ou pesquisadores a caracterizar de forma qualitativa e quantitativa a população das moscas-das-frutas (NASCIMENTO et al., 2000). Dependendo das diferentes situações e condições de produção as estratégias de detecção e monitoramento serão distintas (SOBRINHO et al., 2001). Nos programas de manejo e controle de moscas-das-frutas se recomenda a utilização de armadilha iscada com proteína hidrolisada e determinação do índice MAD (Moscas/Armadilha/Dia) que é o indicativo para o controle com isca-tóxica e aplicação de produtos por cobertura (NAVA; BOTTON, 2010).

No caso de moscas-das-frutas a eficiência do monitoramento depende dentre outros fatores da qualidade do atrativo alimentar utilizado para captura da praga (NASCIMENTO et al., 2000; EPSKY et al., 2014). O manejo de mosca-das-frutas mediante a utilização de atrativos alimentares em frutíferas é uma estratégia de manejo integrado de pragas (MIP), que vem sendo utilizada há algum tempo, mostrando-se como uma alternativa bem-sucedida no controle deste grupo de insetos-praga, tendo como efeito importante a redução na utilização de agrotóxicos de sínteses química (DUARTE et al., 2014; SHARMA et al., 2014). Esta metodologia serve como tática de monitoramento, controle por meio de isca tóxica e coleta massal e captura (controle) de moscas-das-frutas (THOMAS et al., 2001). Os atrativos alimentares são constituídos por proteínas hidrolisadas, que é um produto resultante da quebra de uma proteína, propiciando uma maior disponibilidade para os insetos que a utilizam para alguns processos fisiológicos (PLACIDO-SILVA et al., 2005; EPSKY et al., 2014).

No Brasil, historicamente, foram utilizados para o monitoramento de moscas-das-frutas o melaço de cana-de-açúcar, sucos de fruta, vinagre (MORAES et al., 1988; RAGA et al., 2006; DUARTE et al., 2014) e nos últimos anos foram lançados no mercado as proteínas hidrolisadas de origem vegetal e as proteínas de origem animal como atrativo (De Los SANTOS et al., 2012; COUTINHO et al., 2014). As proteínas hidrolisadas apresentam-se como uma alternativa viável no monitoramento das moscas-das-frutas (AZEVEDO et al., 2012; NUNES et al., 2013).

Dentre as proteínas de origem animal o produto Ceratrap[®] recomendado para captura massal foi lançado no mercado pela empresa Bioibérica S. A.

(Espanha) tem sido considerado um dos mais eficientes, sendo também utilizado na atualidade para realizar o monitoramento das mosca-das-frutas (COUTINHO et al., 2014; BORTOLI et al., 2016). Em avaliações tem demonstrado o maior número de indivíduos capturados, particularmente fêmeas, fato que permitiu inferir que este atrativo alimentar tem um grande nível de eficiência (DE LOS SANTOS et al., 2012).

Uma das opções para melhorar a eficiência de captura de adultos de mosca-das-frutas é a adição de conservantes aos atrativos alimentares (MONTEIRO et al., 2007). Dentre os principais conservantes o mais citado é o uso de ácido bórax (RAGA; VIEIRA, 2015). Entretanto, existem outros produtos como o cloreto de benzalcônio que tem demonstrado eficiência na captura de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) (LASA; WILLIAMS, 2017).

Outro fator que influencia na captura dos adultos de moscas-das-frutas é a atividade diária dos insetos. Para fins de monitoramento a recomendação é que a avaliação seja realizada uma vez por semana (URAMOTO et al., 2004; RAGA et al., 2006; De Los SANTOS et al., 2012). Entretanto é importante conhecer quais são os horários do dia que os insetos possuem maior atividade de busca pelo alimento e como é o comportamento do inseto ao chegar na armadilha e acessar o alimento. Conhecer algumas das atividades comportamentais dos insetos poderiam fornecer informações uteis para serem empregadas nas estratégias de manejo (MONTEIRO et al., 2007; MONTES et al., 2011). Normalmente, a presença da praga está relacionada à disponibilidade dos hospedeiros e as condições do meio ambiente, influenciando a dinâmica populacional das moscas-das-frutas, como ocorre nas regiões de clima temperado onde as estações climáticas servem como um regulador das populações (CELEDONIO et al., 1995; PAPADOUPOLUS et al., 2001).

Para a realização das atividades essenciais e de sobrevivência os insetos têm definido períodos intrínsecos (TOMOTANI; ODA, 2012). Ao estarem expostos a movimentos cíclicos, há necessidade de adaptação para garantir a sobrevivência das espécies (MENNA-BARRETO; MARQUES, 2002). Geralmente direcionam a maior parte de suas atividades a um determinado ciclo do dia (diurno ou noturno) (FLORES, 2012). Os dípteros desenvolvem grande parte de suas atividades comportamentais (alimentação, reprodução,

oviposição, etc.) durante um período restrito do dia (AN et al., 2004). Para espécies do gênero *Anastrepha* o tipo de comportamento alimentar está estreitamente relacionado a sua necessidade de sobrevivência. Tanto os machos quanto as fêmeas precisam de proteínas para uma boa nutrição do organismo e conseqüentemente a manutenção do potencial reprodutivo (SHELLY; WHITTIER, 1997; DREW; YUVAL, 2000).

Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso de conservantes em mistura com proteínas hidrolisadas comerciais presentes no mercado brasileiro para o monitoramento de mosca-das-frutas e conhecer o comportamento de busca dos adultos pelo alimento em armadilhas Mcphail iscadas com proteínas hidrolisadas em pomares comerciais de frutíferas.

Artigo 1 – Neotropical Entomology

1 **2 – Artigo 1 - Uso de conservantes para atrativos alimentares a base de proteína**
2 **vegetal no monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) a**
3 **campo**

4
5 J A CONTRERAS-MIRANDA¹, B PIOVESAN¹, B UENO³, D BERNARDI¹, M BOTTON², D E
6 NAVA³

7
8 ¹Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão,
9 RS, Brasil.

10 ²Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil.

11 ³Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24
25 **Resumo** - *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) é considerado o inseto-praga de maior
26 importância aos cultivos de frutíferas de clima temperado. Para o seu manejo, o
27 monitoramento de adultos em armadilhas de captura iscadas com atrativos alimentares é
28 primordial para o manejo da praga. O presente estudo teve como objetivo avaliar a captura de
29 adultos de *A. fraterculus* quando da adição dos conservantes bórax e cloreto de benzalcônio
30 nos atrativos alimentares Bioanastrepha[®] e Isca Samaritá Tradicional[®] em comparação com o
31 atrativo a base de proteína animal Ceratrap[®] (testemunha, sem adição de conservantes), bem
32 como verificar o efeito sobre insetos não-alvos. Foram dispostas 25 armadilhas no campo,
33 distribuídas no dossel das árvores a uma altura de 1,5m do solo contendo 400ml de proteína
34 hidrolisada isolada ou em mistura. As avaliações foram realizadas semanalmente por um
35 período de dois meses. O material coletado foi levado ao laboratório para sua contagem e
36 identificação. Os atrativos Bioanastrepha[®], Isca Samaritá Tradicional[®] e Ceratrap[®]
37 proporcionaram captura de adultos de *A. fraterculus* quando usados individualmente em
38 armadilhas McPhail. Porém, com a adição de bórax e cloreto de benzalcônio, os atrativos
39 Bioanastrepha[®] e Isca Samaritá Tradicional[®] apresentaram um acréscimo significativo no
40 número de adultos capturados. Em adição, o atrativo Bioanastrepha[®] + bórax capturou
41 similarmente o mesmo número de *A. fraterculus* em relação ao atrativo Ceratrap[®] no tempo.
42 Em relação a insetos não-alvo, as maiores porcentagens de indivíduos capturados foram
43 pertencentes à ordem Coleoptera e Diptera (Drosophilidae). Contudo, também houve a
44 captura de insetos pertencentes as ordens Hymenoptera (Formicidae, Vespidae e Apidae),
45 Neuroptera e Lepidoptera, porém a porcentagem de captura foi inferior a 1% dos insetos em
46 relação ao total de *A. fraterculus*. A adição de bórax e cloreto de benzalcônio aos atrativos
47 Bioanastrepha[®] e Isca Samaritá Tradicional[®] potencializam o efeito de captura de *A.*
48 *fraterculus*, sendo uma alternativa para aumentar a eficiência dos atrativos nas armadilhas de

49 monitoramento. Além disso, a adição dos conservantes aumentou a durabilidade dos atrativos,
50 conseqüentemente, menor necessidade de troca do atrativo.

51

52 **Palavras chave:** Mosca-das-frutas, atrativos alimentares, monitoramento, armadilhas

53

54

55 **Introdução**

56 A família Tephritidae possui aproximadamente 4257 espécies divididas em 471
57 gêneros, dos quais 128 ocorrem no continente Americano (Norrbom *et al* 1998, McQuate &
58 Liquido 2017) e apenas os gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera* e *Ceratitis* são de importância
59 agrícola para o Brasil (Zucchi 2012). Para o gênero *Anastrepha* são descritas 121 espécies,
60 sendo sete de importância econômica para o país. Os gêneros *Ceratitis* e *Bactrocera* são
61 representados apenas por *C. capitata* (Wiedemann, 1824) e *B. carambolae* Drew & Hancock,
62 1994 (Diptera: Tephritidae), enquanto para o gênero *Rhagoletis* apenas quatro espécies são
63 descritas (Zucchi 2012).

64 De todos os tefritídeos relatados no Brasil a mosca-das-frutas sul-americana
65 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e a mosca-do-mediterrâneo
66 *C. capitata* são consideradas de maior importância agrícola, sendo a *A. fraterculus* presente
67 principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, enquanto que *C. capitata* ocorre regiões
68 Sudeste e Nordeste do País (Nava & Botton 2010, Bortoli *et al* 2016). Embora, haja uma
69 regionalização em relação a importância econômica das espécies, ambas podem causar danos
70 em regiões não preferenciais como ocorre com *C. capitata* na fronteira do Brasil com o
71 Uruguai e Argentina (Dias & Da Silva 2014).

72 Os danos causados pelas moscas-das-frutas estão relacionados a perfuração da casca
73 dos frutos (epicarpo) para a oviposição e o conseqüente desenvolvimento das larvas que
74 ocorre na polpa (mesocarpo). Além disso, ao perfurarem a casca, possibilitam a entrada de

75 microrganismos causadores de podridões (Nava & Botton 2010, Machota Jr. *et al* 2013). Por
76 esses motivos, as moscas-das-frutas são consideradas um dos maiores obstáculos para a
77 comercialização das frutas frescas no mercado externo, uma vez que, os países livres desta
78 praga são, na sua grande maioria, importadores de frutas e estabelecem medidas para a
79 proteção de sua fruticultura, por meio de regulação e controle para evitar o ingresso da mesma
80 (Raga & Galdino 2018).

81 Desta forma, a detecção antecipada da praga no pomar por meio do monitoramento é
82 de grande importância para reduzir os custos do manejo e evitar que a praga atinja o nível de
83 dano econômico (Raga & Vieira 2015, Botton *et al* 2016). Além disso, mediante as técnicas
84 de monitoramento é possível estimar o tamanho da população no pomar e as medidas de
85 manejo que devem ser adotadas (Nava & Botton 2010, Aluja *et al* 2012, Raga & Galdino
86 2018, Baronio *et al* 2019).

87 Para *A. fraterculus*, o monitoramento é realizado com a utilização de armadilhas de
88 capturas iscadas com atrativos alimentares (Aluja *et al* 1989, Alberti *et al* 2012), com exceção
89 da *C. capitata*, que também pode ser realizado com o paraferomônio (Nava & Botton 2010).
90 No caso do uso de atrativos alimentares, a armadilha do tipo McPhail é uma das mais
91 utilizadas nos pomares (Bortoli *et al* 2016). Como principal vantagem desse modelo de
92 armadilha destaca-se a sua versatilidade, podendo ser utilizada com atrativos líquidos ou
93 sólidos (Perea-Castellanos *et al* 2015). No Brasil, devido a falhas no monitoramento
94 detectadas em pomares que utilizam o suco de uva como atrativo alimentar (Botton *et al*
95 2016, Bortoli *et al* 2016), tem havido o aumento do emprego de proteína hidrolisada de
96 origem vegetal e animal como alternativa para o monitoramento de moscas-das-frutas (Raga
97 *et al* 2006, Monteiro *et al* 2007, Azevedo *et al* 2012, Bortoli *et al* 2016).

98 A utilização de atrativos alimentares proteicos está associada a necessidade
99 fisiológica do adulto da mosca-das-frutas ingerir proteínas para maturação do sistema

100 reprodutor (Taylor *et al* 2013, Bisognin *et al* 2015, Lasa *et al* 2015, Bortoli *et al* 2016). Além
101 do mais, possuem substâncias que permitem uma melhor durabilidade em campo, em relação
102 ao suco de frutas, o que aumenta a eficiência de captura nas armadilhas (Raga *et al* 2019).

103 Embora eficiente na atratividade de adultos das moscas-das-frutas, estudos anteriores
104 têm demonstrado que a adição de conservantes (por exemplo Borax[®]) em mistura com o
105 atrativo alimentar nas armadilhas de monitoramento tem proporcionado aumento do pH da
106 solução e, conseqüentemente, uma maior atratividade de adultos de moscas-das-frutas (Lasa
107 & Williams 2017). Assim como, a adição de conservantes tem acarretado em uma maior
108 durabilidade do atrativo no campo, sem a necessidade de reposição e troca constante do
109 produto nas armadilhas (Raga & Vieira 2015, Amin *et al* 2017, Lasa & Williams 2017).
110 Contudo, no Brasil, poucos estudos avaliaram a utilização de conservantes em misturas com
111 atrativos alimentares para o monitoramento de *A. fraterculus*.

112 Embora, o monitoramento com a utilização de atrativos alimentares a base de
113 proteína seja considerada um dos pilares do manejo de moscas-das-frutas (Botton *et al* 2016),
114 preocupações recorrentes tem-se caracterizado pela baixa seletividade dos atrativos em
115 relação a insetos considerados não-alvo como, predadores, parasitoides e polinizadores
116 (Thomas *et al* 2001, Villar *et al* 2010). Diante do exposto, o presente estudo teve como
117 objetivo avaliar o efeito do uso dos conservantes bórax e cloreto de benzalcônio em mistura
118 com atrativos alimentares a base de proteína vegetal na captura de adultos de *A. fraterculus* e
119 a seletividade sobre artrópodes não-alvo.

120

121 **Material e métodos**

122 Os experimentos foram realizados no laboratório de Entomologia e na área
123 experimental da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas (31°40'47"S
124 e 52°26'24" W; 60m de altitude). Para verificar o efeito dos conservantes em misturas com

125 atrativos alimentares a campo foram utilizados dois produtos: cloreto de benzalcônio e bórax
126 (borato de sódio) (ambos da empresa Casa dos Químicos), os quais foram adicionados
127 isoladamente ou em conjunto aos atrativos BioAnastrepha[®] a 5% (BioControle – Métodos de
128 Controle de Pragas Ltda., Indaiatuba, SP, Brasil) e Isca Samaritá Tradicional[®] a 5%
129 (Samaritá, Ltda). Como testemunha, foi utilizado o Ceratrap[®] (sem diluição) (Bioibérica S.A.,
130 Barcelona, Espanha), atrativo alimentar considerado padrão para o uso de na captura de *A.*
131 *fraterculus* no Rio Grande do Sul (Bortoli *et al* 2016). Os tratamentos (Tabela 1) foram
132 dispostos no interior de armadilhas McPhail, em um volume de 400 mL por armadilha,
133 distribuídas sob o dossel das plantas de pessegueiro, a 1,5m de altura do solo, distanciadas de
134 maneira equidistante a cada 10m (Nascimento *et al* 2000). A área de estudo (5 ha) é cultivado
135 com plantas de pessegueiro de até 10 anos de idade, sem a aplicação de agrotóxicos durante a
136 condução do trabalho. As bordaduras do pomar experimental apresenta cultivos naturais de
137 pitangueira (*Eugenia uniflora* Linnaeus,1753), guabijuzeiro [*Myrcianthes pungens* (Berg)
138 Legrand], goiabeira [*Psidium guajava* (Linnaeus, 1753)] pertencentes a família Myrtaceae e
139 nespereira [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindley, 1822] pertencentes a família Rosaceae,
140 sendo esse local caracterizado pela elevada infestação de *A. fraterculus* a cada safra.

141 Os experimentos foram realizados em duas épocas distintas, sendo a primeira de
142 outubro a novembro de 2019 e a segunda de janeiro e fevereiro de 2020. Para cada época
143 experimental, semanalmente, durante um período de oito semanas consecutivas, as armadilhas
144 de captura foram amostradas e os insetos capturados foram coletados e armazenados em
145 recipientes plásticos (100 mL), contendo álcool 70% com auxílio de peneira plástica (malha
146 de 2 mm). Em laboratório os espécimes de *A. fraterculus* foram separados por sexo e
147 identificados com base em chave taxonômica de Norrbom *et al* (2019). Os insetos
148 considerados não-alvos, foram identificados à nível de Ordem e Família quando era possível.
149 Após cada avaliação (semanal) foi realizada a rotação das armadilhas, em sentido horário

150 dentro de cada bloco, para evitar o efeito do local. O delineamento experimental foi em bloco
151 casualizados com cinco repetições (armadilhas) para cada tratamento, sendo empregado um
152 total de 25 armadilhas.

153 Modelos lineares generalizados (GLM) de distribuições foram utilizados para as
154 análises das variáveis estudadas (adultos de *A. fraterculus* capturados nas armadilhas
155 Mcphail) (Nelder *et al* 1972). A verificação do ajuste de qualidade foi realizada através das
156 probabilidades do gráfico semi-regular com envelope de simulação (Hinde *et al* 1998).
157 Quando foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, em relação a
158 quantidade de adultos de *A. fraterculus* capturados, comparações múltiplas (teste de Tukey, P
159 $< 0,05$) foram realizadas utilizando a função glht Multicomp, com ajuste dos valores de p . Os
160 resultados relativos à razão sexual foram analisados pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) ($P <$
161 $0,05$) (PROC FREQ, Sas Institute 2011).

162

163 **Resultados**

164 Para ambos os atrativos alimentares avaliados isoladamente ou em mistura com os
165 conservantes bórax ($\chi^2 = 5.22$; $df = 4, 16$; $p = 0.1122$) ou cloreto de benzalcônio ($\chi^2 = 7.35$;
166 $df = 4, 16$; $p = 0.7756$) foi verificado que não houve diferença em relação a razão sexual de
167 adultos de *A. fraterculus* (Tabelas 2 e 3). Contudo, em todas as avaliações houve um maior
168 número de fêmeas de *A. fraterculus* capturadas em relação ao número de machos (Tabelas 2 e
169 3). Para o atrativo Bioanastrepha[®] foi verificado um efeito positivo ($F = 2.95$; $df = 4, 16$; p
170 < 0.0001) na captura de adultos de *A. fraterculus* com a adição isolada de bórax ou cloreto de
171 benzalcônico, assim como, a adição conjunta dos conservantes bórax + cloreto de
172 benzalcônico (Figura 1). Em adição, o tratamento Bioanastrepha[®] + bórax capturou
173 similarmente a mesma quantidade de adultos de *A. fraterculus* quando comparado com o
174 atrativo alimentar padrão Ceratrap[®] (Figura 1).

175 Efeitos distintos foram observados quando da utilização da Isca Samaritá
176 Tradicional[®] (Figura 2). Nesse atrativo alimentar, a adição de bórax não proporcionou efeito
177 positivo na captura de adultos de *A. fraterculus*. Porém, a adição do cloreto de benzalcônio ou
178 a adição conjunta de bórax + cloreto de benzalcônio no atrativo alimentar proporcionou uma
179 maior quantidade de adultos de *A. fraterculus* capturados em comparação ($F = 14.22$; $df = 4$,
180 16 ; $p < 0.0001$) com a Isca Samaritá Tradicional[®] usada isoladamente (Figura 2). Entretanto,
181 ambos os tratamentos com a aplicação de Isca Samaritá Tradicional[®] isoladamente ou
182 associada com a utilização de conservantes houve uma menor quantidade de adultos de *A.*
183 *fraterculus* capturados em relação ao atrativo padrão Ceratrap[®] (Figura 2).

184 Em relação aos insetos não-alvo, os espécimes coletados nas armadilhas iscadas com
185 os atrativos alimentares (Bioanastrepha[®] 5% ou Isca Samaritá Tradicional[®]) usados
186 isoladamente no interior da armadilha ou com a adição dos conservantes bórax ou cloreto de
187 benzalcônio foram pertencentes as ordens Hymenoptera (Formicidae, Vespidae e Apidae),
188 Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera (Drosophilidae) (Tabelas 4 e 5). Contudo, para
189 as ordens Hymenoptera, Neuroptera e Lepidoptera o percentual de espécimes coletadas
190 representaram um valor inferior a 1% em relação a quantidade total de *A. fraterculus*
191 capturadas para ambos atrativos alimentares avaliados (Tabelas 4 e 5). Em contraste, para
192 ordem Coleoptera, houve um maior percentual de espécimes capturadas na solução contendo
193 o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] 5% em combinação com os conservantes bórax + cloreto
194 de benzalcônio (Tabela 4). Fato não observado com o tratamento BioAnastrepha[®] 5% +
195 cloreto de benzalcônio (Tabela 4). Para a ordem Diptera, foi verificado que houve apenas a
196 captura de espécimes da família Drosophilidae, sendo que o tratamento Bioanastrepha[®] 5%
197 em mistura com os conservantes bórax + cloreto de benzalcônio proporcionou a menor
198 captura de drosofilídeos (Tabela 4). Resultados semelhantes a esses foram verificados para o

199 atrativo Isca Samaritá Tradicional[®] em mistura com os conservantes bórax + cloreto de
200 benzalcônio (Tabela 5).

201

202 **Discussão**

203

204 Vários estudos demonstraram a eficiência de captura de espécies de moscas-das-
205 frutas com a utilização do atrativo alimentar BioAnastrepha[®] (Raga *et al* 2006, Monteiro *et al*
206 2007). Em contraste, para a Isca Samaritá Tradicional[®] são poucos os estudos relacionados ao
207 seu uso no monitoramento de moscas-das-frutas (Galli *et al* 2019). No presente estudo, todos
208 os atrativos alimentares avaliados com ou sem a presença de conservantes proporcionaram a
209 captura de adultos de *A. fraterculus*. Contudo, a captura de fêmeas de *A. fraterculus* sempre
210 foi superior aos machos, em todos os atrativos alimentares e suas combinações com os
211 conservantes. Este fato está ligado a uma maior necessidade das fêmeas em ingerir alimentos
212 proteicos para completar o desenvolvimento do sistema reprodutor (Raga *et al* 2006, Nunes *et*
213 *al* 2013, Arredondo *et al* 2014).

214 A adição dos conservantes bórax e cloreto de benzalcônio nos atrativos alimentares
215 Bioanastrepha[®] 5% e Isca Samaritá Tradicional[®] resultaram no aumento do número de
216 adultos de *A. fraterculus* capturados nas armadilhas McPhail. Contudo, o atrativo alimentar
217 Bioanastrepha 5% capturou numericamente mais adultos de *A. fraterculus* em relação a Isca
218 Samaritá Tradicional[®]. Assim como, a adição de bórax no atrativo Bioanastrepha[®] 5%,
219 propiciou a captura de *A. fraterculus* semelhante ao atrativo de origem animal Ceratrap[®], que
220 É considerado o atrativo alimentar padrão de captura a campo para programas de captura
221 massal de *A. fraterculus* (Duarte *et al* 2013, Rodriguez *et al* 2015, Bortoli *et al* 2016, Hafsi *et*
222 *al* 2019).

223 A elevada atratividade deste composto, presente no Ceratrap, está associada a
224 manutenção do pH alcalino das soluções e conservação dos aminoácidos das proteínas (Epsky

225 *et al* 2014). Este fato tem propiciado uma maior durabilidade, atratividade e estabilidade do
226 atrativo em condições de campo (Navarro-Llopis *et al* 2014, Hafsi *et al* 2015). Essas
227 propriedades têm caracterizado o atrativo alimentar recomendado para o uso em armadilhas
228 de capturas massal de espécies de moscas-das-frutas no mundo (Machota Jr *et al* 2013,
229 Bortoli *et al* 2016).

230 De acordo com estudos anteriores, foi verificado que atrativos a base de proteína
231 vegetal levaram um período (aproximadamente cinco dias) para iniciar a decomposição e
232 volatilização da amônia em quantidade suficientes para atrair efetivamente adultos de moscas-
233 das-frutas (Mendonca *et al* 2003, Galli *et al* 2019). Entretanto, a adição de conservantes na
234 solução, faz com que ocorra aumento do pH (alcalinização), favorecendo a formação e a
235 liberação de voláteis amoniacais (Raga *et al* 2006), considerado o composto de maior
236 atratividade olfativa de adultos de moscas-das-frutas (Raga *et al* 2006, Heath *et al* 2009).
237 Segundo Mazor (2009), um dos principais compostos finais da decomposição dos atrativos
238 proteicos é o nitrogênio amoniacal, componente chave na atratividade de moscas-das-frutas.

239 Além de do aumento do pH, que favorece a atratividade de adultos de moscas-das-
240 frutas, a adição de conservantes diminui a velocidade de decomposição das proteínas (Raga &
241 Vieira 2015). Este fato proporciona uma maior persistência do atrativo no campo ao longo do
242 tempo, o que evita a reposição semanal do atrativo no interior da armadilha (Heath *et al*
243 2009), caso do atrativo Ceratrap[®].

244 Quanto à seletividade das substâncias testadas, todos os atrativos alimentares usados
245 individualmente ou em combinação com conservantes, além de adultos de *A. fraterculus*,
246 acarretaram na captura de espécimes de insetos considerados não-alvo, pertencentes às ordens
247 Hymenoptera, Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera. Porém, o percentual de
248 espécimes não-alvo foi inferior a 1% em relação ao total de *A. fraterculus* capturados, com
249 exceção de espécimes da família Drosophilidae, única família de inseto não-alvo capturada

250 pertencente a ordem Diptera (percentual de indivíduos variando de 24 a 36%) em relação ao
251 total de *A. fraterculus* capturados. Atrativos alimentares que demonstram seletividade a
252 insetos não-alvo são de suma importância para reduzir o impacto negativo sobre a suas
253 populações e assim, propiciar condições para manter o nível da praga abaixo do nível de
254 controle (0,5 moscas/armadilha/dia) (Nava & Botton 2010), bem como facilitar a triagem do
255 material coletado nas armadilhas quando do monitoramento da praga.

256 Frente aos resultados encontrados, a adição dos conservantes bórax e cloreto de
257 benzalcônio é uma alternativa viável para aumentar a captura de adultos de *A. fraterculus*
258 quando da utilização de atrativos alimentares BioAnastrepha[®] 5% e Isca Samaritá
259 Tradicional[®]. Além disso, não apresentar efeito sobre insetos não-alvo. Cabe destacar ainda
260 que a adição dos conservantes nas proteínas hidrolisadas, produtos de fabricação nacional,
261 diminui o custo em relação a proteína Ceratrap[®], produto importado da Espanha. Com custos
262 superiores aos R\$ 50.00/litro, sendo utilizado em doses de 400ml do produto por armadilha na
263 estratégia de captura massal de mosca-das-frutas. No entanto, as proteínas de origem vegetal
264 produzidas no Brasil, BioAnastrepha e Samarita tem um custo de ao redor dos R\$ 40.00/litro,
265 porem as doses recomendadas destes é apenas de 20ml por armadilha (na diluição), tendo uma
266 considerável diminuição nos custos por armadilha, mesmo com a adição dos conservantes,
267 Bórax e Cloreto de Benzalcônio os quais tem um preço de R\$ 13,00 (1kg) e R\$ 48.00 (1lt),
268 respectivamente, sendo utilizada apenas um 1% deste produtos por litro nas misturas com as
269 proteínas locais. Além disso, a adição dos conservantes é de fácil procedimento, podendo ser
270 realizado pelo fruticultor, tanto para uso no monitoramento e/ou captura massal das moscas-
271 das-frutas em seu pomar.

272

273 **Agradecimentos**

274 Expresso agradecimentos ao programa PAEC-OEA-GCUB (2017), pela seleção no programa
275 de bolsas, a CAPES pelo financiamento da mesma, a Embrapa Clima Temperado pelas
276 facilidades para a execução deste trabalho de pesquisa, ao Eng. Agr., Mestre em Agronomia.
277 Angelo da Silva Lopes, do laboratório de Entomologia, pela colaboração durante o
278 desenvolvimento desta pesquisa.

279

280 **Declaração de Contribuição dos Autores**

281 JACM conduziu e analisou as amostras coletadas nos experimentos, JACM, BP e DEN
282 escreveram, analisaram e avaliaram o manuscrito, BU, MB e DB participaram da revisão,
283 análises e elaboração das conclusões do manuscrito.

284

285 **Referências**

286 Arredondo J, Flores S, Montoya P, Díaz-Fleischer F (2014) Effect of multiple endogenous
287 biological factors on the response of the tephritids *Anastrepha ludens* and *Anastrepha*
288 *obliqua* (Diptera: Tephritidae) to MultiLure traps baited with BioLure or NuLure in mango
289 orchards. J Econ Entomol 107: 1022–1031

290 Aluja M, Ordano M, Guillen L, Rull J (2012) Understanding long-time fruit fly
291 (Diptera:Tephritidae) population dynamics: Implications for area-wide management. J
292 Econ Entomol 105:823-836

293 Amin AA, Soliman MH, Shalaby AA (2017) Evaluation of the efficiency of certain attractive
294 toxic baits for the control of the House Fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Chem
295 Sci J 8:170. doi: 10.4172/2150-3494.1000170

296 Azevedo FR, Gurgel LS, Santos MLL, Silva FB, Moura MAR, Nere DR (2012) Eficácia de
297 armadilhas e atrativos alimentares alternativos na captura de moscas-das-frutas em pomar
298 de goiaba. Arq Inst Biol 79:343-352

299 Baronio CA, Schutze I, Nunes MZ, Bernardi D, Machota R, Bortoli LC, Arioli CJ, Garcia
300 FRM, Botton M (2019) Toxicities and residual effect of spinosad and alpha-
301 cypermethrin-based baits to replace malathion for *Ceratitis capitata* (Diptera:
302 Tephritidae) control. J Econ Entomol 112:1798-1804

303 Bisognin M, Nava DE, Diez-Rodriguez GI, Valgas RA, Garcia MS, Krolow ACR, Antunes
304 LEC (2015) Development of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) related to the
305 phenology of blueberry, blackberry, strawberry guava, and surinam cherry fruits. J Econ
306 Entomol, 108:192-200

307 Bortoli, LC, Machota JR, Garcia FRM, Botton M (2016) Evaluation of food lures for fruit
308 flies (Diptera: Tephritidae) captured in a citrus orchard of the Serra Gaúcha. Fla Entomol
309 99:381-384

310 Botton M, Arioli CJ, Machota JRR, Nunes MZ, Rosa JM (2016) Moscas-das-frutas na
311 fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do
312 emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. Agropec Cat 29:103-
313 107

314 Dias PN, Da Silva FF (2014) Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) na
315 região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Rev Cienc Agrar 57:29-34

316 Epsky ND, Kendra PE, Schnell EQ (2014) History and development of food-based attractants
317 in Trapping and the Detection, Control and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures,
318 área-wide, programs and trade implications ed by Shelly TE, Epsky N, Jang EB, Reyes-
319 Flores J, Vargas RI. Spring, New York, NY pp 75-118

320 Galdino TL, Raga A (2018) Non-target insects captured in McPhail traps baited with
321 proteinaceous and salts in citrus crop. J Adv Biol Biotech 17:1-9

322 Galli AJ, Michelotto DM, Carrega CW, Fisher HI (2019) Attractive lures for fruit flies in an
323 organic guava orchard. Arq Inst Biol 86:1-8

324 Hafsi A, Abbas K, Harbi A, Duyck PF, Chermiti B (2015) Attract-and-kill systems efficiency
325 against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and effects on non-target insects in peach
326 orchards. J Appl Entomol 140:28-36

327 Hafsi A, Rahmouni R, Ben Othman S, Abbas K, Elimem M, Chermiti B (2019) Mass trapping
328 and bait station techniques as alternative methods for IPM of *Ceratitis capitata* Wiedmann
329 (Diptera: Tephritidae) in citrus orchards, Oriental Insects 54(2):285-298

330 Heath RR, Vazquez A, Schnell EQ, Villareal J, Kendra PE, Epsky ND (2009) Dynamics of
331 pH modification of an acidic protein bait used for tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae).
332 J Econ Entomol 102(6):2371-2376

333 Hinde J, Demétrio CGB (1998) Overdispersion: models and estimation. Comput Stat Data
334 An. 27:151-170

335 Lasa R, Cruz A (2015) Efficacy of new commercial traps and the lure Ceratrap® against
336 *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). Fla Entomol 97:1369-1377

337 Lasa R, Williams T (2017) Benzalkonium chloride provides remarkable stability to liquid
338 protein lures for trapping *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). J Econ Entomol 110:
339 2452-2458

340 Machota JRR, Bortoli LC, Loeck AE, Garcia FRM, Botton M (2013) Estratégia atrativa. Rev
341 Cultivar HF 11:20-23

342 Mazor M (2009) Competitiveness of fertilizers with proteinaceous bait applied in
343 Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) control. Crop
344 Protec 28:314-318.

345 McQuate GT, Liquido NJ (2017) Host plants of invasive tephritid fruit fly species of
346 economic importance. Int J Plant Biol Res 5(4):1072

347 Monteiro LB, May De Mio LL, Motta ACV (2007) Avaliação de atrativos alimentares
348 utilizados no monitoramento de mosca-das-frutas em pessegueiro na Lapa PR. Rev Brasil
349 Frut 29:72-74

350 Nascimento AS, Carvalho RS, Malavasi A (2000) Monitoramento populacional. In: Malavasi
351 A, Zucchi RA (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil;
352 conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos. pp. 109-112

353 Nava DE, Botton M (2010) Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis*
354 *capitata* em pessegueiro. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos 315. pp28

355 Navarro-Llopis V, Primo J, Vacas S (2014) Bait station devices can improve mass trapping
356 performance for the control of the Mediterranean fruit fly. Pest Manag Sci, 71:923–927.

357 Nelder JA, Wedderburn RWM (1972) Generalized linear models. J R Stat Soc 135:370-384.

358 Pettit GR, Cragg GM, Polonsky J, Herald DL, Goswami A, Smith CR, Moretti C, Schmidt
359 JM, Weisleder D (1987) Isolation and structure of rolliniastatin-1 from the South American
360 tree *Rollinia mucosa*. CJChE 65:1433-1435.

361 Norrbom AL, Carroll LE, Thompson FC, White IM, Freidbeg A (1998) Systematic database
362 of names, In Thompson FC (ed.), Fruit fly expert identification system and systematic
363 information database, Myia vol. 9, Backhuys Publishers, Leiden, Nether-lands, pp. 65-251

364 Norrbom AL, Korytkowski, ChA, Zucchi RA, Uramoto K, Venable GL, McCormick J,
365 Dallwitz MJ. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions. Illustrations, and interactive keys.
366 Disponível em: <https://www.delta-intkey.com/anatox/intro.htm>. Acesso em 18 jul 2019.

367 Nunes MZ, Santos RSS, Boff MIC, Rosa JM (2013). Avaliação de atrativos alimentares na
368 captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em pomar de
369 macieira. Rev Facul Agron 112:91-96

370 Perea-Castellanos C, Pérez-Staples D, Liedo P, Díaz-Fleischer F (2015) Escape of Mexican
371 fruit flies from traps baited with CeraTrap and effect of lure feeding on reproduction and
372 survival. *J Econ Entomol* 108:1720-1727

373 Raga A, Vieira SMJ (2015) Atratividade de proteína hidrolisada de milho em mistura com
374 bórax sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em gaiolões de campo. *Arq Inst Biol*
375 82(1):1-8

376 Raga A, Machado RA, Dinardo W, Strikis PC (2006) Eficácia de atrativos alimentares na
377 captura de moscas-das-frutas em pomar de citros. *Bragantia* 65:337-345

378 Raga A, Baldo BF, Braga SS, Ferreira SKL, Galdino TL, Sato EM (2019) Toxicity of
379 different dilutions of Spinosad bait against two fruit-fly species (Diptera: Tephritidae). *J*
380 *Exp Agr Inter* 32(2):1-11

381 Rodríguez C, Tadeo E, Rull J, Lasa R (2015) Response of the sapote fruit fly, *Anastrepha*
382 *serpentina* (Diptera: Tephritidae), to commercial lures and trap designs in sapodilla
383 orchards. *Fla Entomol* 98:1199-1203

384 SAS Institute (2011) Statistical analysis system: getting started with the SAS learning.
385 Version 9.2. NC: SAS Institute.

386 Taylor PW, Perez-Staples D, Weldon CW, Collins SR, Fanson BG, Yap S, Smallridge C
387 (2013) Post-general nutrition as an influence on reproductive development, sexual
388 performance, and longevity of Queensland fruit flies. *J Appl Entomol* 137:113-125

389 Villar L, Cruz MCM, Moreira RA, Curi PN (2010) Atrativos alimentares na flutuação
390 populacional de mosca-das-frutas e abelha irapuá. *Scientia Agraria Paranaensis* 9: 67-73

391 Zucchi RA (2012) Fruit flies in Brazil. Host and parasitoids of the Mediterranean fruit fly.
392 2012. Disponível em: < www.lea.esalq.usp.br/ceratitits/>. Acesso em 12 Ago. 2018.

393 Zucchi RA (2000) Espécies de *Anastrepha*, sinônímias, plantas hospedeiras e parasitóides. In:
 394 Malavasi A, Zucchi RA (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:
 395 Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto. pp.41-48

396
 397
 398
 399

400 Tabela 1 Tratamentos utilizados para a execução dos experimentos com diferentes atrativos
 401 alimentares e conservantes (concentração).

Tratamento	Concentração (% , g ou mL)
Experimento 1 (outubro a novembro de 2019)	
Bioanastrepha [®] (T ₁)	5%
Bioanastrepha [®] + bórax (T ₂)	5% + 10 g
Bioanastrepha [®] + cloreto de benzalcônio (T ₃)	5% + 1ml
Bioanastrepha [®] + bórax + cloreto de benzalcônio (T ₄)	5% + 10g + 1ml
CeraTrap [®] (T ₅)	sem diluição
Experimento 2 (janeiro a fevereiro de 2020)	
Isca Samaritá Tradicional [®] (T ₁)	5%
Isca Samaritá Tradicional [®] + bórax (T ₂)	5% + 10 g
Isca Samaritá Tradicional [®] + cloreto de benzalcônio (T ₃)	5% + 1ml
Isca Samaritá Tradicional [®] + bórax + cloreto de benzalcônio (T ₄)	5% + 10g + 1ml
CeraTrap [®] (T ₅)	sem diluição

402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419

420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458

Tabela 2 Número de machos e fêmeas e razão sexual de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] isoladamente ou em combinações com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.

Tratamentos	Machos	Fêmeas	rs
Bioanastrepha [®] 5%	1838 (41,21)	2622 (58,79)	0,59 ^{ns}
Bioanastrepha [®] 5% + bórax	3439 (43,48)	4470 (56,52)	0,56
Bioanastrepha [®] + cloreto de benzalcônio	2582 (44,18)	3262 (55,82)	0,56
Bioanastrepha [®] + bórax + cloreto de benzalcônio	2604 (44,06)	3306 (55,94)	0,56
Ceratrap [®]	3955 (44,56)	5797 (59,44)	0,59

Valores entre parênteses indicam a porcentagem de insetos coletados. rs = razão sexual

^{ns}: Não significativo pelo teste de qui-quadrado

459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490

Tabela 3 Número de machos e fêmeas e razão sexual de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Isca Samaritá Tradicional[®] isoladamente ou em combinações com diferentes conservantes durante o período de janeiro a fevereiro de 2020.

Tratamentos	Machos	Fêmeas	rs
Isca Samaritá Tradicional [®] 5%	799 (37,28)	1344 (62,72)	0,63 ^{ns}
Isca Samaritá Tradicional + bórax [®] 5%	925 (38,27)	1492 (61,73)	0,59
Isca Samaritá Tradicional [®] + cloreto de benzalcônio	1128 (34,42)	2149 (65,58)	0,66
Isca Samaritá [®] + bórax + cloreto de benzalcônio)	1334 (37,22)	2250 (62,78)	0,63
Ceratrap [®]	2051 (32,37)	4285 (67,63)	0,67

Valores entre parênteses indicam a porcentagem de insetos coletados. rs = razão sexual
^{ns}: Não significativo pelo teste de qui-quadrado

491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531

Tabela 4 Insetos não-alvo (%) capturados em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha[®] 5% isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.

Tratamentos	Hymenoptera			Neuroptera	Coleoptera	Lepidoptera	Diptera
	Formicidae	Vespidae	Apidae				Drosophilidae
T1	0,19	0,02	0,10	0,08	11,00	0,50	34,63
T2	0,40	0,05	0,32	0,12	12,12	0,47	36,07
T3	0,27	0,00	0,21	0,02	7,70	0,56	32,42
T4	0,14	0,00	0,14	0,04	14,34	0,29	26,47
T5	0,42	0,05	0,31	0,02	9,89	0,34	33,56

T₁: Bioanastrepha[®], T₂: Bioanastrepha[®] + bórax; T₃: Bioanastrepha[®] + cloreto de benzalcônio; T₄: Bioanastrepha[®] + bórax + cloreto de benzalcônio; e, T₅: Ceratrap[®] (testemunha).

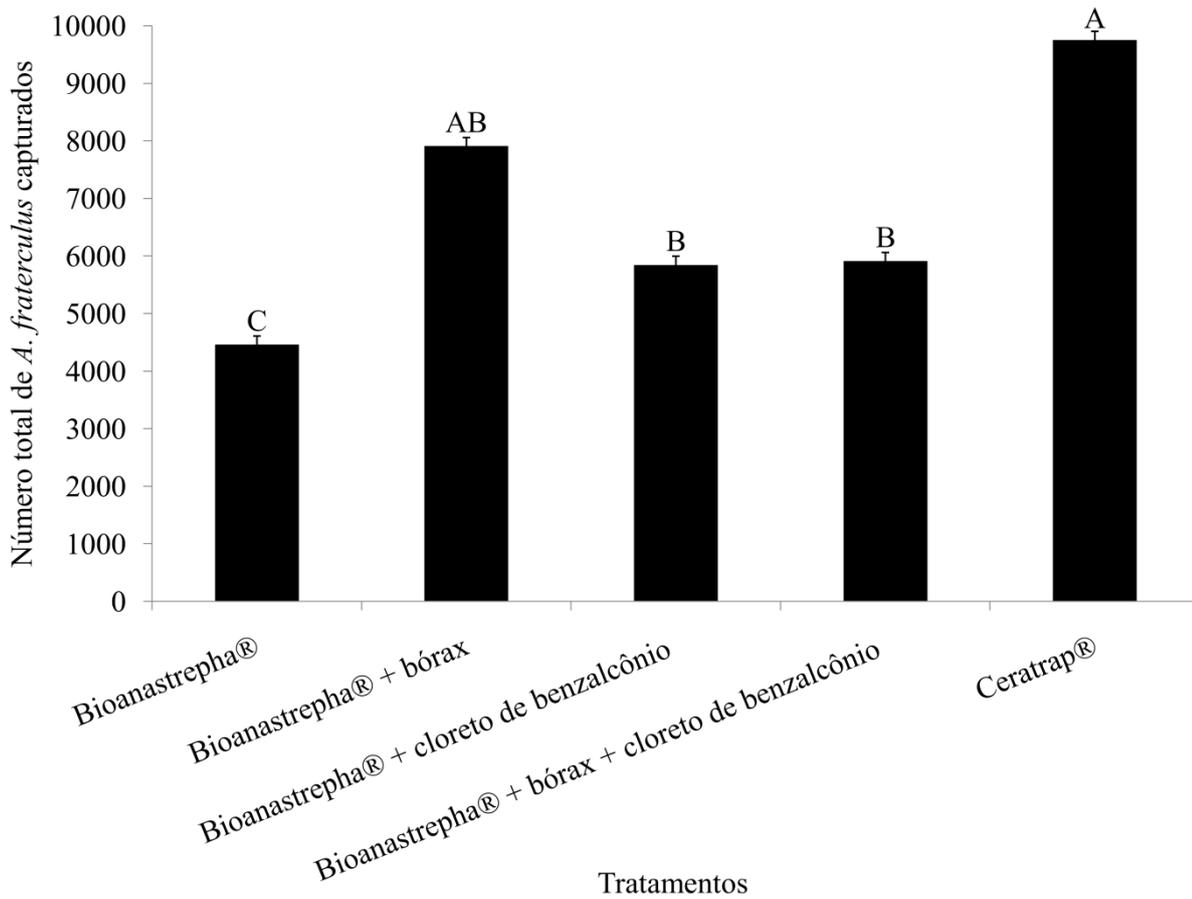
532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576

Tabela 5 Insetos não-alvo (%) capturados em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Isca Samaritá Tradicional[®] isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de janeiro a fevereiro de 2020.

Tratamentos	Hymenoptera			Neuroptera	Coleoptera	Lepidoptera	Diptera
	Formicidae	Vespidae	Apidae				Drosophilidae
T1	0,76	0,33	0,11	0,98	4,40	2,06	24,17
T2	1,19	0,23	0,23	0,40	3,85	3,63	24,81
T3	0,36	0,04	0,40	0,20	3,77	1,11	29,82
T4	0,92	0,00	0,04	0,07	1,76	1,09	31,04
T5	1,43	0,00	0,23	0,03	1,58	0,73	27,61

T₁: Isca Samaritá Tradicional[®], T₂: Isca Samaritá Tradicional[®] + bórax; T₃: Isca Samaritá Tradicional[®] + Cloreto de benzalcônio; T₄: Isca Samaritá Tradicional[®] + bórax + cloreto de benzalcônio; e, T₅: Ceratrap[®] (testemunha).

577



578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

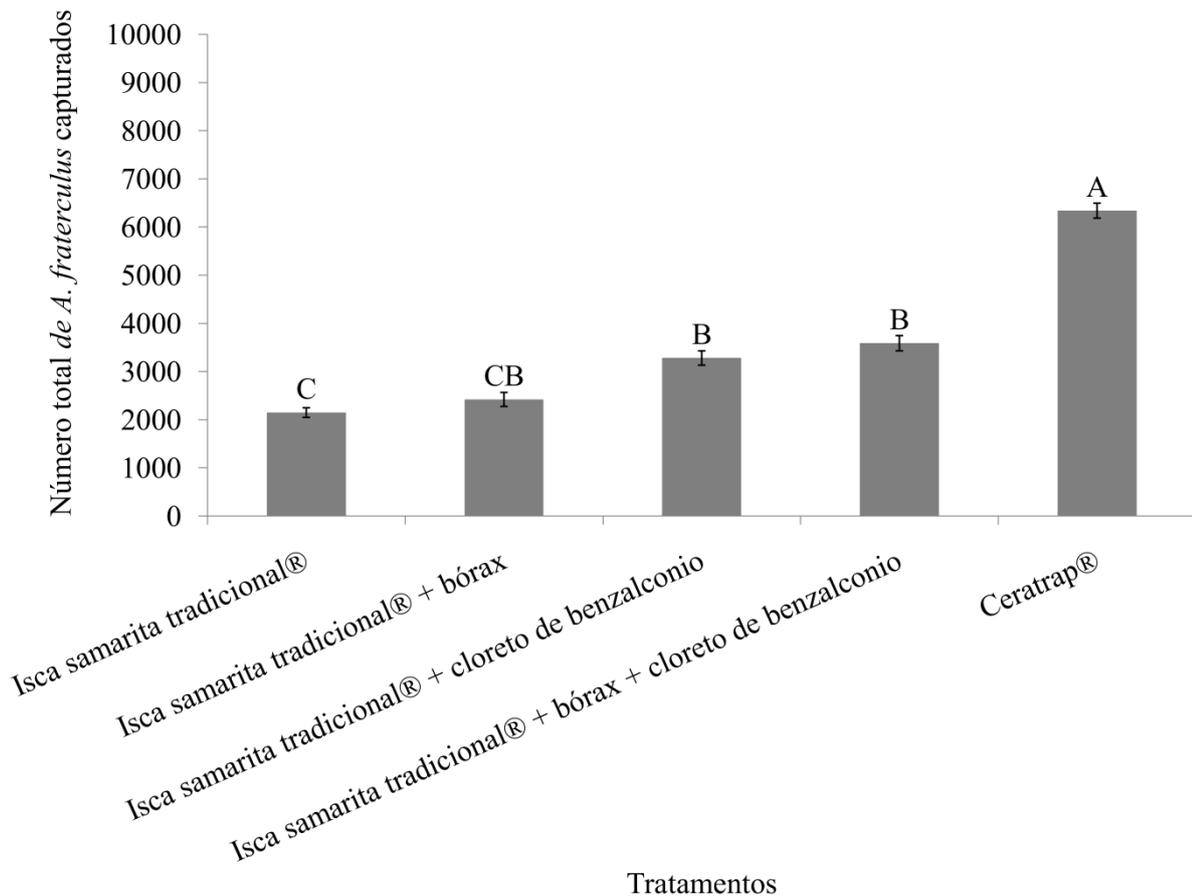
600

601

Fig 1 Número total de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail contendo o atrativo alimentar Bioanastrepha® isoladamente ou em mistura com diferentes conservantes no período de outubro a novembro de 2019.

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos (Teste Tukey; $P > 0.05$).

602
603



604

605 Fig 2 Número total de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail
606 contendo o atrativo alimentar Isca samarita tradicional® isoladamente ou em mistura com
607 diferentes conservantes no período de janeiro a fevereiro de 2020.

608 Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos
609 (Teste Tukey; $P > 0.05$).

610
611
612

Artigo 2 – Bioscience Journal

3 – Artigo 2 - Horário de busca do atrativo alimentar por adultos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba

Javier Antonio Contreras-Miranda⁽¹⁾; Bruna Piovesan⁽¹⁾; Daniel Bernardi⁽¹⁾ Dori Edson Nava⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa de Pós-graduação em Fitossanidade. Campus Universitário. CP 354. CEP 96010-900. Capão de Leão, RS, Brasil. jcontreras_ec@yahoo.com, bruna.ts.piovesan@gmail.com, dbernardi2004@yahoo.com.br

⁽²⁾ Embrapa Clima Temperado. BR 392 Km 78. CEP 96010-971. Pelotas, RS, Brasil. E-mail: dori.edson-nava@embrapa.br

RESUMO: O controle químico mediante aplicação de inseticidas em área total e a utilização de iscas tóxicas são as principais estratégias de manejo de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), consideradas as principais espécies de mosca-das-frutas no Brasil. Contudo, entender o comportamento das espécies no campo é de suma importância para o sucesso dessas estratégias de manejo. O objetivo deste trabalho foi determinar o comportamento e horário de busca pelo atrativo alimentar por adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* mediante a utilização de três atrativos alimentares comerciais: BioAnastrepha[®], Isca Samaritá Tradicional[®] e Ceratrap[®]. As maiores capturas de adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* em armadilhas McPhail ocorreram durante o período diurno compreendido entre 06h30min as 18h30min para ambas as espécies. O atrativo alimentar BioAnastrepha[®] proporcionou as maiores capturas em relação a Isca Samaritá Tradicional[®] e Ceratrap[®]. Em adição, houve uma maior prevalência de captura de fêmeas em relação a machos, para as duas espécies de moscas. Durante o período noturno, houve a captura de somente três adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas contendo BioAnastrepha[®] e Ceratrap[®]. Para *A. fraterculus* e *C. capitata*, o período de maior atividade de busca pelo atrativo alimentar foi observado das 12h31min as 16h30min, horário de maior temperatura no dia. A definição do período de maior atividade de adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* no campo auxilia na elaboração e delineamento de estratégias de manejo a serem adotadas.

Palavras chave: moscas-das-frutas, proteína hidrolisada, monitoramento, período de alimentação

Introdução

A mosca-das-frutas são consideradas um dos principais problemas fitossanitários em áreas de produção de frutas no mundo, com aproximadamente 5000 espécies descritas com potencial de infestar mais de 400 hospedeiros (Norrbon; Koritoski, 2012). No Brasil, as principais espécies de importância econômica são *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (Botton et al., 2016; Bortoli et al., 2016; McQuate; Liquido, 2017). Os danos causados por esses insetos são realizados tanto pelas fêmeas, que perfuram os frutos ao realizarem a oviposição, quanto pelas larvas, que além de consumirem a polpa, provocam a indução da maturação precoce, e conseqüente queda prematura dos frutos (Nava; Botton, 2010). Em âmbito mundial, anualmente são perdidos, aproximadamente, 1 bilhão de dólares devido aos danos causados por moscas-das-frutas (Silva; Batista, 2017).

Para evitar perdas econômicas, o manejo adotado pelos fruticultores tem como base o monitoramento dos níveis populacionais de adultos nos pomares (Nava; Botton, 2010), sendo o controle realizado principalmente com o uso de inseticidas sintéticos (ex. piretroides, espinosinas e fosforados), aplicados em área total (Botton et al., 2016). Contudo, nos últimos anos, estudos demonstraram que a utilização de iscas tóxicas é uma alternativa viável e com resultados satisfatórios no manejo das espécies (Baronio et al., 2019; Nunes et al., 2020).

Entretanto, o sucesso destas estratégias de manejo depende da atividade de movimentação por busca de alimento e local para multiplicação das espécies nos pomares (Navarro-Llopis et al., 2012). Desta forma, entender o comportamento de chegada das moscas-das-frutas e o período de procura pelo alimento são fundamentais para definir os melhores horários de aplicação dos inseticidas em cobertura total ou na forma de isca tóxica (Rodriguez et al., 2015; Raga; Galdino, 2018; Hafsi et al., 2019).

Isso ficou evidenciado após estudos demonstrarem que os fatores abióticos como temperatura e luminosidade podem afetar diretamente o comportamento das espécies nos pomares (Galli et al., 2019).

Sendo assim, o objetivo do estudo foi conhecer a atividade diária de *A. fraterculus* e *C. capitata* em relação ao horário de alimentação, mediante a captura de adultos em armadilhas de monitoramento iscadas com diferentes atrativos alimentares.

Material e Métodos

Para determinar o horário de busca do atrativo alimentar por adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata*, foram realizados dois experimentos em condições de campo. Para *A. fraterculus* foram realizados experimentos em pomares de goiaba (*Psidium guajava* L. 1753, Myrtaceae) de 0,5 ha localizado na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 31°40'48.48"S, longitude 52°26'42.71"O e altitude de 170 metros). Para *C. capitata* foi utilizado um pomar de goiaba de 0,7 ha localizado no Campus Visconde de Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense (IFSul) (latitude 31°42'52.762" S, longitude 52°18'35.435" W, altitude de 15 m). As duas áreas foram escolhidas por apresentar alta infestação das espécies em estudo e por não utilizar inseticidas durante a condução do experimento. O experimento para avaliar a atividade de *A. fraterculus* e de *C. capitata* em busca de alimento ao longo do dia foram realizados de 26 a 30 de março de 2019 e de 10 a 14 de junho, respectivamente.

Para avaliar a atividade de busca pelo atrativo alimentar no interior do pomar para ambas as espécies, foram utilizados três atrativos alimentares: BioAnastrepha® a 5% (BioControle – Métodos de Controle de Pragas Ltda., Indaiatuba, SP, Brasil); Isca Samaritá Tradicional® a 5% (Samarita, Ltda) e Ceratrap® 1,5% (Bioibérica S.A., Barcelona, Espanha). Para ambas as áreas, foram utilizadas 15 armadilhas do tipo

McPhail, sendo cinco para cada atrativo, contendo 400 ml de solução do atrativo alimentar. As armadilhas foram distribuídas sob o dossel das plantas, a 1,5m de altura do solo, distanciadas de maneira equidistante a cada 10m (Nascimento et al., 2000).

Para cada espécie de mosca-das-frutas estudada em relação ao comportamento de busca pelo alimento o experimento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira a avaliação da atividade nos períodos denominados de diurno compreendido entre as 06:30 às 18:30 e noturno compreendido entre 18:30 às 06:30. A segunda etapa foi realizada baseando-se nos resultados obtidos no primeiro estudo, ou seja, procedeu-se a avaliação mais detalhada do período em que os adultos tinham atividade em relação a procura pelo alimento. Para avaliação da primeira etapa, as armadilhas de captura foram avaliadas as 06:30 e às 18:30, sendo os adultos de moscas-das-frutas capturados com auxílio de peneira plástica (malha de 2mm) pela qual os insetos ficaram retidos ao verter a solução do atrativo alimentar. Os adultos foram coletados e armazenados em recipientes plásticos (100 mL), contendo álcool 70% e no laboratório os exemplares de moscas-das-frutas foram separados por sexo e identificados com base em chave taxonômica.

Na segunda etapa, durante o período diurno (6h:30min as 18h:30min) foi realizado a avaliação do horário de atividade de busca pelo atrativo alimentar por adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* a cada duas horas, totalizando seis avaliações, que constituíram os tratamentos, sendo: 06h30min às 08h30min, 08h31min às 10h30min, 10h31min às 12h30min, 12h31min às 14h30min, 14h31min às 16h30min e das 16h31min às 18h30min. Os períodos de avaliação foram determinados em função do horário do nascer do sol para Pelotas, obtido do Observatório Nacional no Rio de Janeiro-RJ, Brasil (Moreira 2004). No final dos períodos de avaliação, as armadilhas de captura foram avaliadas por meio da retirada do atrativo alimentar e passagem do líquido em uma peneira plástica (malha de 2mm). Os adultos de mosca-das-frutas

coletados foram armazenados em recipientes plásticos (15 mL), contendo álcool 70% e transportados para o laboratório onde procedeu-se a quantificação e a identificação dos espécimes capturados.

Para ambos os experimentos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, durante cinco dias consecutivos. Para os períodos de realização dos experimentos foi registrada a temperatura obtidas das estações meteorológicas da Embrapa Clima Temperado e do Campus Visconde de Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense.

Modelos lineares generalizados (GLM) de distribuições foram utilizados para as análises das variáveis referentes à densidade populacional de adultos capturados em cada tratamento e experimento realizado (Nelder et al., 1972). Quando foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, os dados foram submetidos ao teste Tukey ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico "R" versão 2.15.1 (R Development Core Team 2012).

Resultados e Discussão

Foi observado que adultos de *A. fraterculus* (Figura 1A) e *C. capitata* (Figura 2) apresentaram atividade de alimentação e de busca pelos atrativos durante o período diurno. Para o período noturno caracterizado das 18:30 às 06:30 somente as armadilhas iscadas com proteínas Bioanastrepha® e Ceratrap® houve a captura de apenas três adultos de *A. fraterculus* em cada atrativo alimentar (Figura 1B). Fato não observado para *C. capitata* em que não houve insetos capturados neste período de avaliação. A presença de adultos de *A. fraterculus* nas armadilhas durante a noite, provavelmente, ocorreu devido a captura dos insetos nas primeiras horas após a última avaliação realizada às 18h30min (Figura 1B). De acordo com Sugayama (1997), a maior captura de adultos durante o dia está associada ao comportamento e a bioecologia das mosca-

das-frutas, uma vez com que durante a noite ficam protegidos na vegetação adjacente e durante o dia migram para o interior do pomar, principalmente, nas primeiras horas do dia.

O maior número de insetos capturados de adultos de *A. fraterculus* foi registrado no atrativo alimentar Bioanastrepha® (436 adultos), sendo 215 fêmeas e 221 machos, seguido do atrativo Ceratrap® 341 indivíduos (225 fêmeas e 116 machos) (Figura 1B). Em contraste, o atrativo Isca Samaritá Tradicional® proporcionou a menor quantidade de insetos (70 adultos, sendo 38 fêmeas e 32 machos). Comportamento de captura similar foi observado para adultos de *C. capitata* em diferente período de avaliação, com destaque para o atrativo Bioanastrepha® (440 adultos - 225 fêmeas e 215 machos), seguido pelo Ceratrap® (358 adultos - 228 fêmeas e 130 machos) e pela Isca Samaritá Tradicional® (75 adultos - 45 fêmeas e 30 machos) (Figura 2).

O número de fêmeas de *A. fraterculus* e *C. capitata* capturado foi igual ou superior ao número de machos das espécies para todos os atrativos alimentares avaliados (Figura 1B e 2). Este fato pode ser explicado pela maior necessidade nutricionais e fisiológicas das fêmeas das moscas-das-frutas de consumir componentes protéicos para ocorrer a maturação sexual e para gerar descendentes (Lasa et al., 2014; Bortoli et al., 2016). Ademais, houve uma predominância numérica de adultos de *A. fraterculus* capturados em relação a *C. capitata* nas armadilhas McPhail em todos os atrativos avaliados, conforme observado por Bortoli et al. (2016). Isso ocorreu devido a *A. fraterculus* ser a espécie de maior ocorrência nos pomares da região Sul do Brasil (Nunes et al., 2012; Bortoli et al., 2016) e também pelo fato da espécie *C. capitata* estar mais concentrada nas áreas urbanas (Ricalde et al., 2012). Em relação ao horário de atividade de busca pelo atrativo alimentar, foi observado que os adultos de *A. fraterculus* procuraram o alimento no período da manhã a partir das 10:30, havendo um

aumento até às 14:30 (Figura 3). Esta informação é de suma importância para o manejo da espécie no pomar, visto que, auxilia na definição das melhores estratégias de manejo e o melhor tempo de encontrar os adultos no interior do pomar (Sugayama et al., 1997). Provavelmente o aumento da temperatura propicie que os adultos tenham uma maior atividade em busca do alimento nos pomares, visto que esse comportamento coincide com o aumento da temperatura (Figura 3) e provavelmente também na maior luminosidade. De acordo com Lasa et al. (2014), temperaturas maiores proporcionam uma maior atividade de fermentação dos atrativos alimentares e, conseqüentemente, maior volatilização dos componentes do atrativo, favorecendo a busca pelos odores liberados pelos atrativos por adultos das moscas-das-frutas. Fato que pode ter ocorrido no presente trabalho. Informação que pode ser utilizada a favor na aplicação da isca tóxica dentro do pomar no horário referido, tendo a possibilidade de incrementar a eficácia deste método de manejo.

Mediante estes resultados, foi verificado que os adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* apresentam suas atividades de acasalamento e busca de alimento (atrativo alimentar) no interior do pomar durante o período diurno, geralmente após as 10:30, porém ela poderia estar nas bordas do pomar o dentro deste sem ter atividade nenhuma até ter as condições ambientais favoráveis. Este aspecto contribui diretamente nas estratégias de manejo, principalmente, na utilização de iscas tóxicas no manejo de moscas-das-frutas no Brasil (Botton et al., 2016; Raga; Galdino, 2018).

Agradecimentos

A Professora Dra. Doralice Fischer por ter cedido o pomar de goiaba do Campus Visconde de Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense (IFSul) onde foi possível realizar o experimento com a atividade diária de alimentação de adultos de *Ceratitis capitata*.

Referências

- BARONIO, C.A.; SCHUTZE, I.; NUNES, M.Z.; BERNARDI, D.; MACHOTA, R.; BORTOLI, L.C.; ARIOLI, C.J.; GARCIA, F.R.M.; BOTTON, M. Toxicities and residual effect of spinosad and alpha-cypermethrin-based baits to replace malathion for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) control. *Journal of Economic Entomology*, 112, 1798-1804, 2019.
- BORTOLI, L.C.; MACHOTA JÚNIOR, R.; GARCIA, F.R.M.; BOTTON, M. Evaluation of food lures for fruit flies (Diptera: Tephritidae) captured in a citrus orchard of the Serra Gaúcha. *The Florida Entomology*, 99, 381-384, 2016.
- BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; MACHOTA, R.; NUNES, M.Z.; ROSA, J.M. Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. *Agropecuária Catarinense*, 29, 03-107, 2016.
- GALLI, A.J.; MICHELOTTO, D.M.; CARREGA, C.W.; FISHER, H.I. Attractive lures for fruit flies in an organic guava orchard. *Arquivo do Instituto Biológico*, 86, 1-8, 2019.
- HAFSI, A.; RAHMOUNI, R.; OTHMAN, S.B.; ABBES, K.; ELIMEM, M.; CHERMITI, B. Mass trapping and bait station techniques as alternative methods for IPM of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) in citrus orchards. *Oriental Insects*, 53, 285-298, 2019.
- LASA, R.; VELÁZQUEZ, O.E.; ORTEGA, R.; ACOSTA, E. Efficacy of commercial traps and food odor attractants for mass trapping of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*. 107, 198-205, 2014.

- MCQUATE, G.T.; LIQUIDO, N.J. Host plants of invasive tephritid fruit fly species of economic importance. *International Journal of Plant Biology Research*, 5, 1072, 2017.
- MOREIRA, J.L.K. Anuário Interativo do Observatório Nacional. <http://euler.on.br/ephemeris/index.php>, (22 de Julho de 2020). 2004.
- MORELLI, R.; PARANHOS, B.A.J.; COSTA, M.L.Z. Eficiência de Etofemproxi e Acetamiprido no controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de manga. *Bioassay*, 7, 1-4, 2012.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S.; MALAVAS I,A. Monitoramento populacional. In: MALAVAS I, A.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão preto: Holos, 2000. pp. 109-112.
- NAVA, D.E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29p. (*Documentos*, 315).
- NELDER, J., WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society*, 135, 370-384, 1972.
- NUNES, M.Z. BARONIO, C.A, SCHUTZE, I.X. BERNARDI, D., ARIOLI, C.J., MACHOTA JR. R., BOTTON, M. Toxicity of baits and their effects on population suppression of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): Implications for field management. *Environmental Entomology*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa035>.
- NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A. New species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), with a key for the species of the megacantha clade. *Zootaxa*, 3778, 510-552. 2012

- NUNES, A.N.; MÜLLER, F.A.; GONÇALVES, R.S.; GARCIA, M.S.; COSTA, V.A.; NAVA, D.E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Santa Maria: *Ciência Rural*, 42, 6-12. 2012.
- RAGA, A., GALDINO, L.T. Atração fatal. *Cultivar HF*, 109, 20-23, 2018.
- R DCT., R: A Language and Environment for Statistical Computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Online:) <https://http://www.r-project.org/>.2012.
- RICALDE, M.P.; NAVA, D.E.; LOECK, A.E.; DONATTI, M.G.; LISBOA, H. Monitoramento de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em pomares nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Morro Redondo, RS. Pelotas: Editora da Embrapa, 2012 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- RODRÍGUEZ, C.; TADEO, E.; RULL, J.; LASA, R. Response of the sapote fruit fly, *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae), to commercial lures and trap designs in sapodilla orchards. *Florida Entomology*, 98, 1199-1203, 2015.
- SUGAYAMA, R.L., BRANCO, E.S., MALAVASI, A., KOVALESKI, A., NORA, I., Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83, 239-245, 1997.

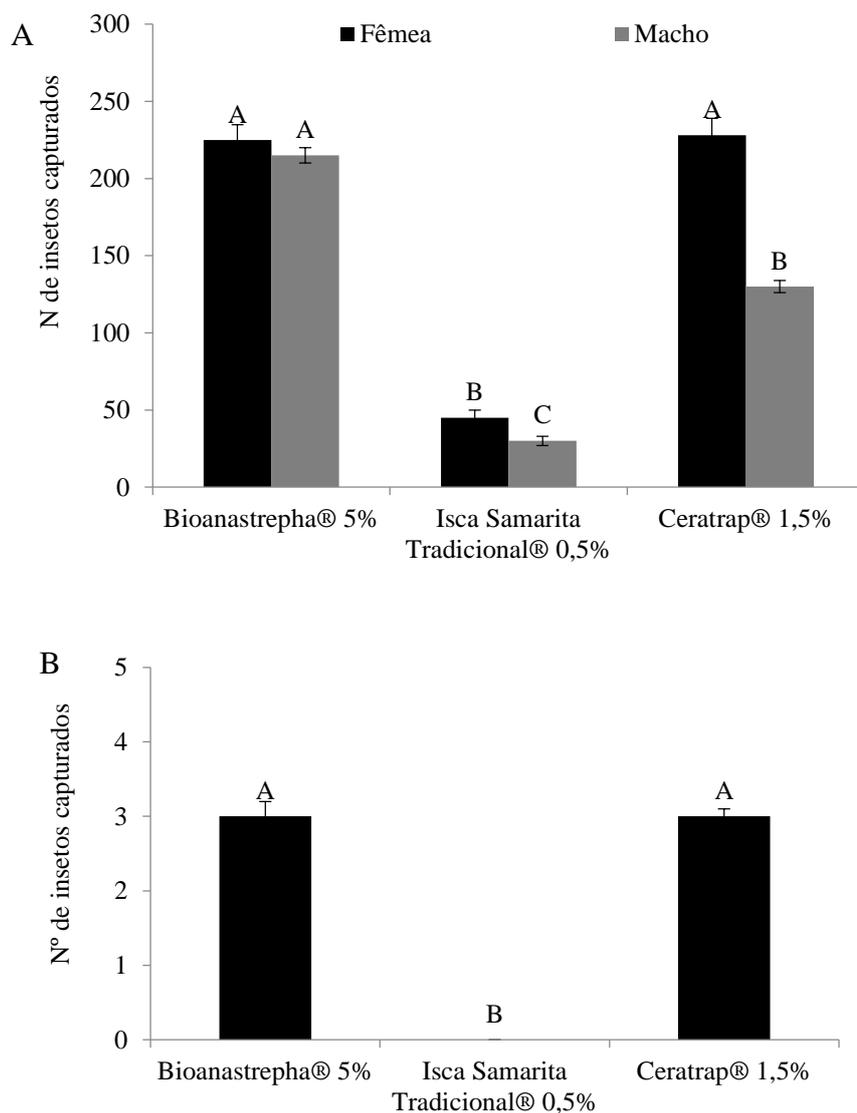


Figura 1. Número total (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de *Anastrepha fraterculus* capturadas em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares durante o período diurno (6h:31min às 18h:30min) (A) e noturno (18h:30min às 6h:31min) (B). “Barras de mesma coloração seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si (Tukey, 0,05)”.

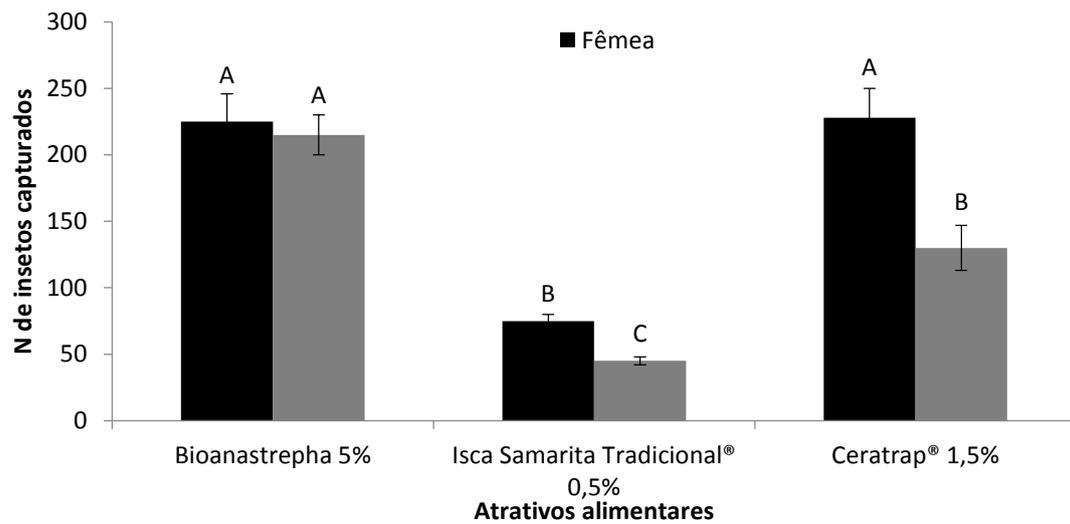


Figura 2. Número total de machos e fêmeas de *Ceratitis capitata* capturadas em armadilhas McPhail iscadas com diferentes atrativos alimentares durante o período diurno compreendido entre 06h:31min às 18h:30min. “Barras de mesma coloração seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si (Tukey, 0,05)”.

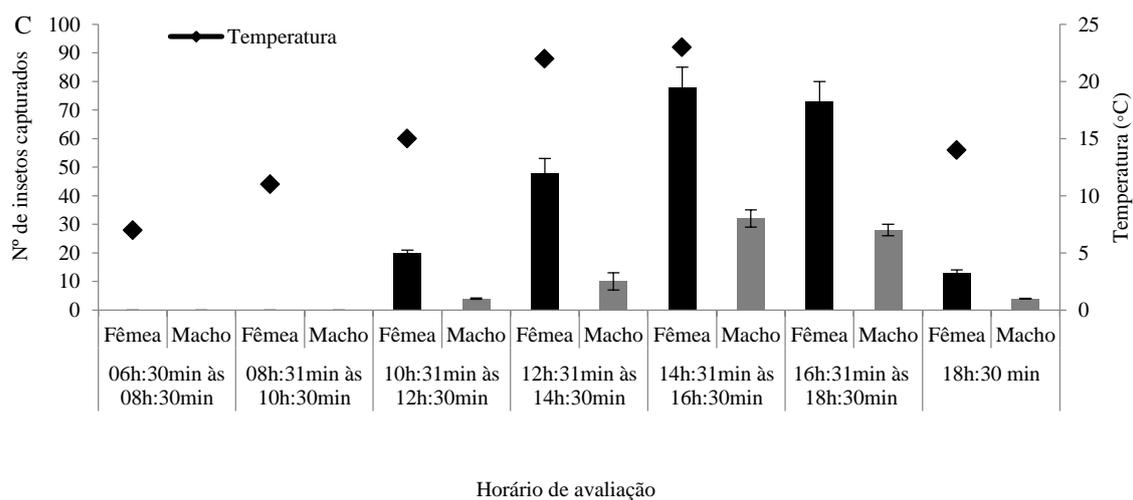
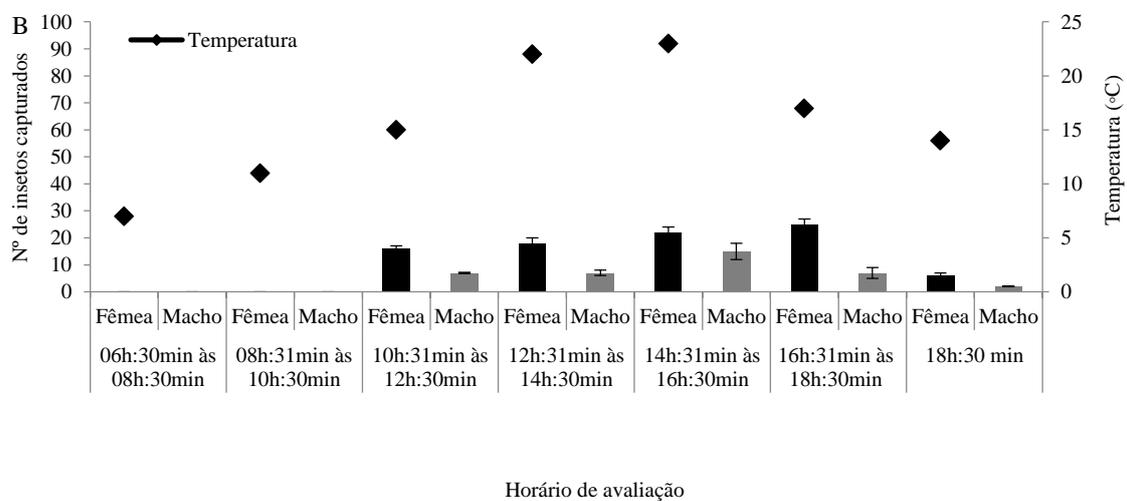
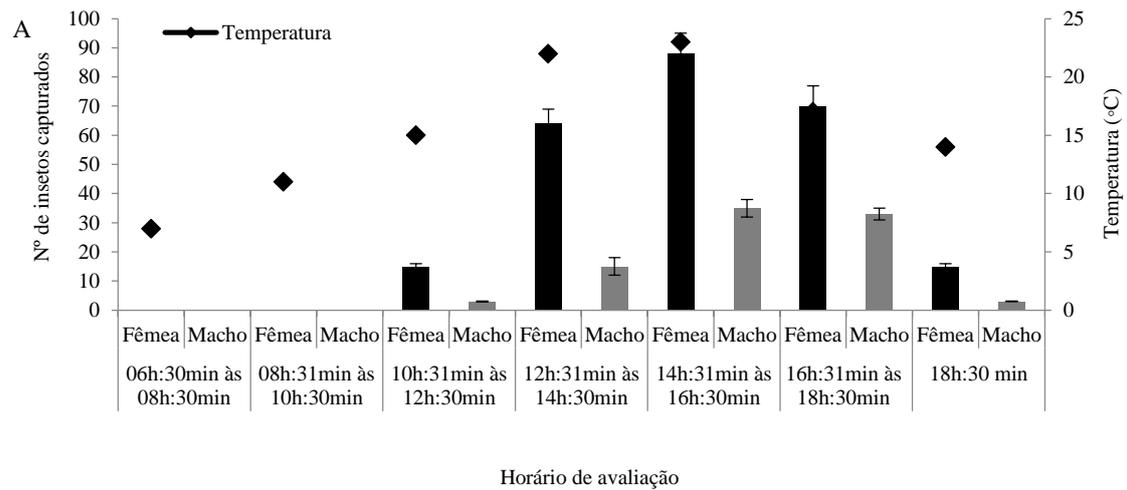


Figura 3. Número de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturados a cada duas horas durante o período diurno entre 06h:30min às 18h:30min em três atrativos alimentares. (A) BioAnastrepha[®] 5%; (B) Isca Samaritá Tradicional[®] 0,5% e (C) Ceratrap[®] 1,5%.

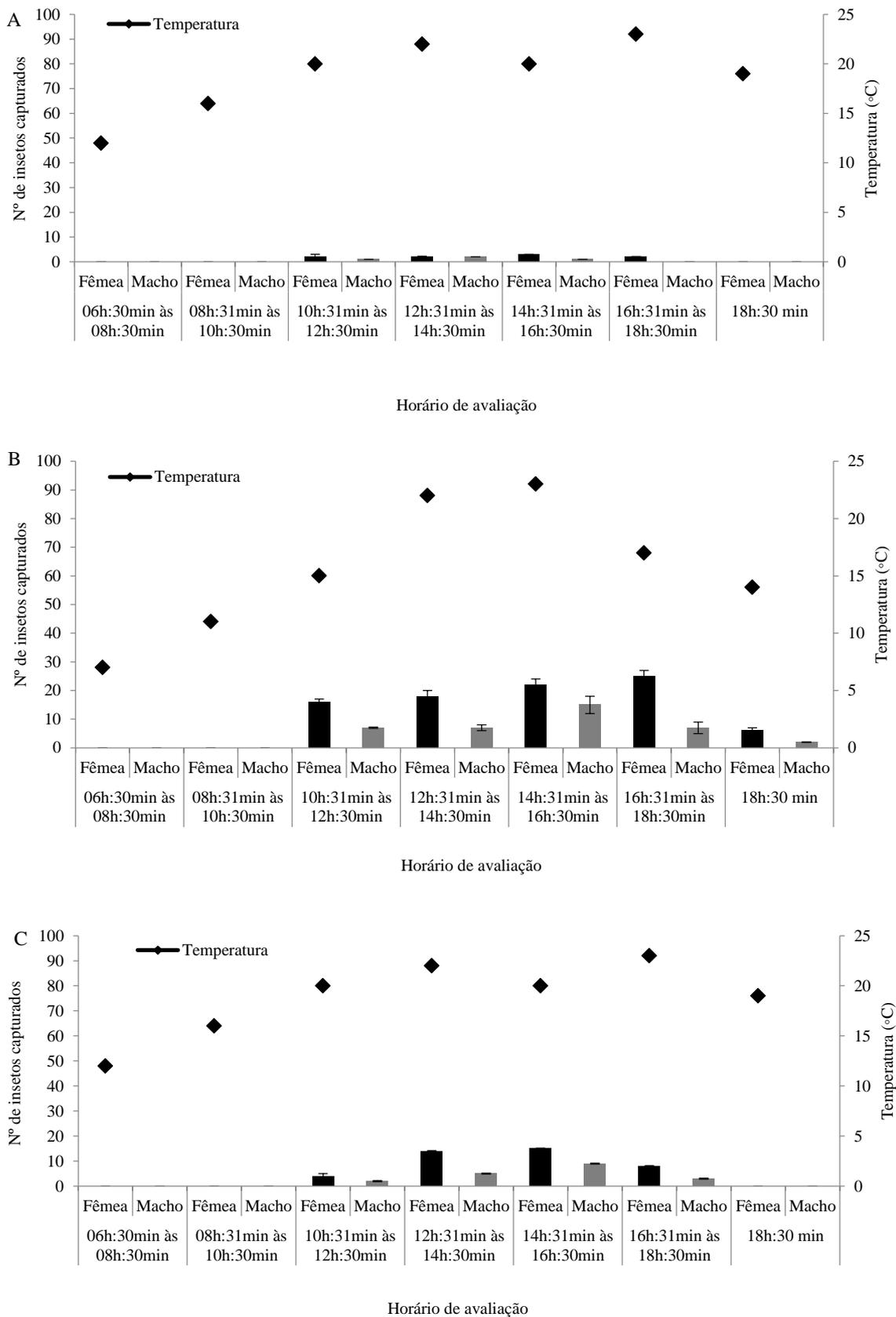


Figura 4. Número de adultos de *Ceratitis capitata* capturados a cada duas horas durante o período diurno compreendido entre 06h:30min às 18h:30min em três atrativos alimentares. (A) BioAnastrepha® 5%; (B) Isca Samaritá Tradicional® 0,5% e (C) Ceratrap® 1,5%.

4 - Considerações finais

- A adição dos conservantes bórax e cloreto de benzalcônio é uma alternativa viável para aumentar a captura de adultos de *A. fraterculus* quando a utilização de atrativos alimentares BioAnastrepha[®] e Isca Samarita tradicional[®]. Assim como, não apresentam efeito sobre insetos não-alvos.

- Cabe destacar também que a adição dos conservantes nas proteínas hidrolisadas diminui o custo em relação a proteína Ceratrap[®] e cabe destacar também que a adição dos conservantes é de fácil procedimento, podendo ser realizado pelo fruticultor.

- Adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* apresentam suas atividades de busca pelo alimento (atrativo alimentar) no interior do pomar durante o período diurno, com maior quantidade das 10h30min às 14h30min. Esse aspecto contribui diretamente nas estratégias de manejo, principalmente, na utilização de inseticidas que apresentam ação tóxica e de contato, como ocorre com os inseticidas fosforados e piretroides.

5 - Referencias bibliográficas

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

AN, X.; TEBO, M.; SONG, S.; FROMMER, M.; RAFAEL, K. A. The cryptochrome (cry) gene and mating isolation mechanism in tephritid fruit flies. **Genetics**, v. 168, p. 2025-2036, 2004.

AZEVEDO, F. R.; GURGEL, L. S.; SANTOS, M. L. L.; SILVA, F. B.; MOURA, M. A. R.; NERE, D. R. Eficácia de armadilhas e atrativos alimentares alternativos na captura de moscas-das-frutas em pomar de goiaba. **Arquivos do Instituto Biológico** v. 79, p 343–352, 2012.

BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; BOTTON, M.; ANTUNES, L. E. C. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilo, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 141-147, 2013.

BORGES, R.; MACHOTA JR. R.; BOFF, M. I. C.; BOTTON, M. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Bioassay**, v.10, n.3, p. 1-8, 2015.

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

BOTTON, M.; MACHOTA JUNIOR R.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J. Novas alternativas para o monitoramento e controle de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na fruticultura de clima temperado. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** Bento Gonçalves, Out de 2012, 14p.

BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J.; GRÜTZMACHER, A. D.; PARANHOS, B. A. J.; MACHOTA JUNIOR R. Novas tecnologias para o manejo

de moscas-das-frutas no Brasil. In: XXV Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais ...** Setembro de 2014.

CELEDONIO, H.; ALUJA, M.; LIEDO, P. Adult population fluctuation *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitat in Chiapas, Mexico. **Environmental Entomology**, Collage Park, v. 24, p. 861-869, 1995.

COUTINHO, R. C.; MACHOTA JR. R.; SANTOS, O. J.; BOTTON, M.: PARANHOS, J. B. Durabilidade e atratividade de CeraTrap® à *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). In **Anais XXV Congresso Brasileiro de Entomologia**. Goiana, 12-17 de setembro. 2014.

DE LOS SANTOS-RAMOS, M.; BELLO-RIVERA, A.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, R.; LEAL GARCÍA, D. F. Efectividad de la estación cebo MS2® y atrayente alimenticio Ceratrap® como alternativa en la captura de moscas de la fruta en Veracruz, México. **Interciencia**, v. 37, p.xx-xx, 2012

DREW, R.; YUVAL, D. The evolution of fruit fly feeding behavior, pp. 731-749. In M. ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (eds.), *Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. Boca Raton, FL, USA. CRC Press. 968p, 2000.

DUARTE, T. R.; BAPTISTA, M. A.; PAZINI, W. C.; GALLI, J. C. Atrativos alimentares no monitoramento populacional de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de Guayaba. **Revista Nucleus**, v. 11, p. 45-54, 2014.

EPSKY, N. D.; KENDRA, P. E.; SCHNELL, E. Q. History and development of food-based attractants. In *Trapping and the Detection, Control and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures, area-wide, programs and trade implications* In SHELLY, T. E.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J., VARGAS, R. I. (Org.). Spring, New York, NY, 2014, pp 75-118.

FACHINELLO, J. C.; SILVEIRA, M. P.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.esp., p.109-120, 2011.

FLORES, D. E. F. L. Investigando a sincronização fótica na natureza. **Revista da Biologia**, v. 9, p. 7-12, 2012

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES,

S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p

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

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

LASA, R.; WILLIAMS, T. Benzalkonium chloride provides remarkable stability to liquid protein lures for trapping *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 110, p. 2452–2458, 2017.

MACHOTA, JR. R.; BORTOLI, L. C.; LOECK, A. E.; GARCIA, F. R. M.; BOTTON, M. Estrategia atrativa. Revista **Cultivar HF** v. 11, p. 20-23, 2013.

MAZOR, M. Competitiveness of fertilizers with proteinaceous bait applied in Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) control. **Crop Protection**, v.28, p. 314-318, 2009.

MENNA-BARRETO, L. M.; MARQUES, N. O tempo dentro da vida, além da vida dentro do tempo. **Ciencia e Cultura**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 44-46, 2002.

MONTEIRO, L. B.; MAY DE MIO, L. L.; MOTTA, A. C. V. Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de mosca-das-frutas em pessegueiro na lapa PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n.1, p.72-74, 2007.

MONTES, S. M. N. Moscas-das-frutas: importante praga da fruticultura. Sorocaba, SP. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 3, n.2, p.1-5, 2006.

MONTES, S. M. N.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p. 402-411, 2011.

MORAES, L. A. H.; CHOUÈNE, E. C.; BRAUN, J. Efeito de atrativos na captura de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 24, n.1, p. 4753, 1988.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil; conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto, 2000: Holos. p. 109-112.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Documentos 315. 2010. 28p.

NORRBOM, A. L.; CARROLL, L. E.; THOMPSON, F. C.; WHITE, I. M.; FREIDBEG, A. Systematic database of names, In Thompson FC (ed.), Fruit fly expert identification system and systematic information database, Myia vol. 9, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp. 65-251. 1998.

NORRBOM, A. L.; KORYTKOWSKI, C. H.; ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G. L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M. J.; *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Disponível em: <https://www.delta-intkey.com/anatox/intro.htm>. Acesso em 18 jul 2019.

NUNES, A. M.; COSTA, K. Z.; FAGGIONI, K. M.; COSTA, M. L. Z.; GONÇALVES, R. S.; WALDER, J. M. M.; GARCIA, M. S.; E NAVA, D. E. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas sul-americana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1309-1314, 2013.

PAPADOPOULOS, N. T.; KATSOYANNOS, B. I.; CAREY, J. R.; KOULOSSIS, N. A. Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, p. 94-50, 2001.

PLACIDO-SILVA, M. D. ZUCOLOTO, F. S.; JOACHUM-BRAVO, I. S. Influence of protein on feeding behavior of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae): comparison between immature males and females. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 539-545, 2005.

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

RAGA, A.; VIEIRA, S. M. Atratividade de proteína hidrolisada de milho em mistura com borax sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-8, 2015.

SHARMA, R. R.; REDDY, S.; JHALEGAR, M. Pre-harvest fruit bagging: a useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality-a review. **Journal Horticulture of Science and Biotechnology**. v. 89, p. 101-113, 2014.

SHELLY, T. E.; WHITTIER, T. S. Lek behaviour of insects, p. 273-293. In CRESPI, B.; CHOE, J. C. (eds) **The evolution of mating systems in insects and Arachnids**. Cambridge, Cambridge Press, 1997. 443p.

SOBRINHO, B. R.; MALAVASI, A.; OMETO, F. A. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**, Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, Pacaju, CE, 2001, 09. 29p.

TOMOTANI, B. M.; ODA, G. A. “Diurnos ou noturnos? Discutindo padrões temporais de atividade **Revista de Biologia**, v. 9, p. 1–6, 2012.

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

ZANARDI, O. Z.; RIBEIRO, L. P.; ANSANTE, T. F.; SANTOS, M. S.; BORDINI, G. P.; YAMAMOTO, P. T.; VENDRAMIM, J. D. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. **Crop Protection**, v. 67, p. 160-167, 2015.

ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Embrapa Uva e Vinho Agroindústria Tropical. Bento, RS, 2006. Circular Técnica, 81. 8p

ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, sinônimas, plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A., ZUCCHI, R.A. (Eds.). Moscas-das-frutas de

importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto. p.41-48. 2000.

ZUCCHI, R. A. Fruit flies in Brazil. Host and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. 2012. Disponível em: < www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/>. Acesso em 12 Ago. 2018.