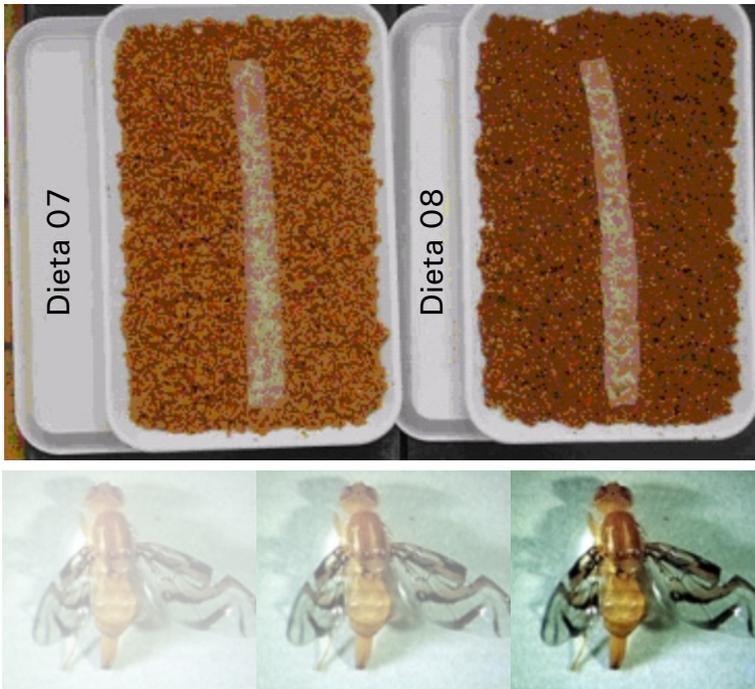


Desenvolvimento de Dietas para a Criação Massal de Moscas-das-Frutas do Gênero *Anastrepha* (Diptera:Tephritidae)



ISSN 1677-1907

Agosto, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33

Desenvolvimento de Dietas para a Criação Massal de Moscas-das-Frutas do Gênero *Anastrepha* (Diptera:Tephritidae)

*Raimundo Braga Sobrinho
Jorge Anderson Guimarães
Antônio Lindemberg Martins Mesquita
Karla Lúcia Batista Araújo*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Antonio Calixto*

Lima, Diva Correia, Ingrid Vieira Machado de Moraes,

Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Ebenézer de

Oliveira Silva

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisão de texto: *Ana Fátima Costa Pinto*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Raimundo Braga Sobrinho*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2009): 300 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Desenvolvimento de dietas para a criação massal de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) / Raimundo Braga Sobrinho ...[et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

23p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

ISSN 1677-1907

1. Mosca-da-fruta – criação. 2. Praga – controle. 3. Dieta alimentar. 4. Controle biológico. I. Braga Sobrinho, Raimundo. II. Guimarães, Jorge Anderson. III. Mesquita, Antônio Lindemberg Martins. IV. Araújo, Karla Lúcia Batista. V. Série.

CDD 595.77

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Materiais e Métodos	11
Resultados e Discussão	16
Conclusões	20
Referências	20

Desenvolvimento de Dietas para a Criação Massal de Moscas-das-Frutas do Gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)

Resumo

Foram desenvolvidos estudos com o objetivo de gerar conhecimento sobre alguns aspectos da biologia e do comportamento de adultos e larvas das moscas do complexo *Anastrepha*, bem como testar dietas adequadas e econômicas para a criação dessas espécies. As moscas utilizadas neste trabalho foram oriundas de colônias obtidas de frutos coletados em pomares localizados na Região do Médio Jaguaribe no Estado do Ceará, Brasil, e de exemplares da colônia mantida no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IBUSP). Testes de compatibilidade genética foram desenvolvidos para as espécies do complexo *Anastrepha*. Além disso, testes para dietas de adultos foram também realizados, com o objetivo de se encontrar uma fonte de proteína barata e adequada que proporcionasse uma produção viável de ovos. Para larvas, foram testadas oito diferentes dietas, com o objetivo de se encontrar uma dieta eficiente e econômica, que resultasse em adultos

¹Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici, CEP 60511-110 Fortaleza, CE, braga@cnpat.embrapa.br

²Biólogo, D. Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, km 9 (Brasília-Anápolis), 70359-970 Fazenda Tamanduá, Ponte Alta-Gama, DF.

³Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, mesquita@cnpat.embrapa.br

⁴Estudante de Agronomia, estagiária de graduação da Universidade Federal do Ceará.

viáveis e competitivos. Dietas para adultos de *Anastrepha fraterculus*, tendo como fonte de proteína o levedo de cerveja e a proteína hidrolisada de milho, forneceram os melhores resultados quanto ao número de ovos por fêmea, percentagem de eclosão de larvas e estimativa do número de espermatozóides na espermateca. Dietas para larvas contendo o componente estrutural bagaço de cana-de-açúcar e, como fonte de proteína o farelo de soja, com percentual de 13 %, apresentou um resultado semelhante ao percentual de 18 %, o que sugere que o uso da dieta (13 % de proteína) atende satisfatoriamente ao desenvolvimento das moscas-das-frutas, por apresentar resultados favoráveis de recuperação de pupas, peso de pupas, adultos viáveis e competitivos.

Termos para indexação: *Anastrepha fraterculus*, *A. zenilidae*, dieta, pupa, eclosão de larvas, peso de pupas.

Development of Mass Rearing Techniques for Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera:Tephritidae)

Abstract

Studies were developed with the aim to generate knowledge about behavior and biological aspects of adults and larvae of the *Anastrepha* complex. In addition, suitable and economic diets were tested. Adult flies used in this work were collected from infested fruits at the Median Jaguaribe valley in the state of Ceará, Brazil and samples from Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, IBUSP, Brazil. Genetic compatibility tests were developed to the *Anastrepha* complex. Adult diet tests were also performed with the aim to find a cheap and appropriate source of protein which could result in viable egg production. Eight different larval diets were tested in order to search for a diet that resulted in viable and competitive adults. Yeast hydrolyzed corn protein as source of protein for adults was the best, regarding amount of viable eggs per female, egg hatching and number of spermatozooids in the spermatheca. Sugar cane bagasse as structural component of the diet plus soybean bran with 13% of protein fulfilled the requirements for a balanced diet and presented similar results when was compared to one with 18% of protein. This suggests that a diet with 13% of soybean protein resulted in better pupal recover, weight of pupa and viable and competitive adults.

Index terms: *Anastrepha fraterculus*, *A. zenilldae*, diet, pupa, egg hatching, pupal weight.

Introdução

As moscas-das-frutas pertencentes ao gênero *Anastrepha* são conhecidas como pragas altamente devastadoras da fruticultura, em todo o mundo. Essas moscas possuem grande capacidade reprodutiva e extraordinária habilidade de adaptação. Esses insetos chegam a atacar mais de 200 espécies de frutas e hortaliças (MALAVASI et al., 1980; NORRBOM; KIM 1988; KATISOYANNOS et al., 1999; ZUCCHI, 2000; BRAGA SOBRINHO et al., 2002). Algumas importantes espécies, como a mosca sul-americana das frutas, *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN, 1830), mosca-das-frutas das Índias Ocidentais, *Anastrepha obliqua* (MACQUART, 1835), a mosca sul-americana das cucurbitáceas, *Anastrepha grandis* (MACQUART, 1846), a espécie *A. zenildae* e a mosca-das-frutas do Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824), são as pragas de importância quarentenária presentes em países da América do Sul (MALAVASI et al., 1980; NORRBON; KIM, 1988; ZUCCHI, 2000). Das 183 espécies de *Anastrepha*, 78 ocorrem no Brasil (ZUCCHI, 1988), preferencialmente em frutos nativos (MALAVASI et al., 1980).

As espécies que apresentam maior distribuição geográfica no Brasil são *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua*, ocorrendo em quase todas as regiões brasileiras, constituindo-se nas principais pragas da fruticultura no Brasil (MORGANTI, 1991; MALAVASI; MORGANTE, 1988). A maioria das espécies de *Anastrepha* é, geralmente, polífaga, porém algumas espécies apresentam preferências por determinados hospedeiros. A goiaba (*Psidium gajava* L.), por exemplo, comporta-se como um excelente hospedeiro de *A. fraterculus*, enquanto que *A. obliqua* predomina em manga (*Mangifera indica* L.) e *A. grandis* é especialista em cucurbitáceas (ZUCCHI, 1988). Como se tratam de pragas de importância quarentenária, diversos países impõem severas restrições para importar frutas frescas do Brasil por causa da presença dessas espécies. No Nordeste do Brasil, *A. fraterculus* é uma espécie simpátrica de *A. obliqua*, *A. sorocula* e *A. zenildae*, que são muito próximas entre si. Por outro lado, a correta identificação de *A. fraterculus* é difícil e confusa, devido ao alto grau de variação morfológica. A ocorrência de variações

genéticas entre as populações tem levado ao conceito de uma espécie de complexa identificação.

Condições nutricionais em insetos representam fatores importantes na habilidade de machos atraírem fêmeas para a cópula. A importância de uma alimentação diferenciada de machos no processo reprodutivo em moscas-das-frutas foi constatada mediante adição de nutrientes essenciais sintéticos em dietas artificiais. Machos alimentados com essas dietas apresentaram-se mais ativos na emissão de sinais físicos, feromônios, habilidade e competitividade na escolha da fêmea, maior duração da cópula e na quantidade de esperma transferido para a espermateca das fêmeas (LANDOLT; SIVINSKY, 1992; PITNICK; MARKOW, 1994; NISHIDA et al., 1997; SHELLY et al., 2002; JANG, 2002).

Dietas para adultos de *C. capitata*, com altas percentagens de proteína, resultaram em melhor comportamento quanto à habilidade reprodutiva e maior número de ovos por fêmea, maior viabilidade dos ovos e emergência de larvas (PROKOPY; HENDRICKS, 1979; WARBURG; YUVAL, 1996, 1997; YUVAL et al., 2002; FIELD; YUVAL, 1999). Machos selvagens de moscas-das-frutas que emergiram de goiabas mostraram-se mais competitivos por fêmeas que machos oriundos de uma colônia mantida em laboratório com uma dieta somente à base de açúcar. Quando a essa mesma dieta era adicionada proteína, os machos criados em laboratório ficaram tão competitivos por fêmeas quanto os machos selvagens (KASPI et al., 2000; YUVAL et al., 2002).

A transferência de esperma do macho para a fêmea em mosca-das-frutas não significa, necessariamente, estocagem desse esperma pela fêmea. Moscas-das-frutas fêmeas que copularam com machos, que não tiveram uma dieta rica em proteínas, rejeitaram estocar seus espermatozoides nas espermatecas, resultando, portanto, em fêmeas não fecundadas (SEO et al., 1990; TAYLOR; YUVAL, 1999; YUVAL et al., 2002). Esses resultados fortalecem a idéia de que a dieta de adultos de moscas-das-frutas tem um profundo efeito na habilidade de machos competirem por fêmeas, na produção de feromônios e, principalmente, na fecundação e produção de ovos viáveis pelas fêmeas.

Com relação à idade da mosca-das-frutas *C. capitata*, Liedo et al. (2002) e Hendricks et al. (1995), mostram que a melhor performance de cópula foi observada em adultos com idade entre 7 e 13 dias. Já para *A. fraterculus*, Salles (1999) mostrou que a maturação sexual de machos começa aos cinco dias de idade e atinge o máximo em torno de 11 dias de idade.

Os componentes de dietas para insetos representam mais de 40 % do valor total da dieta. Alguns ingredientes são importados, o que dificulta a sua obtenção. A substituição desses ingredientes importados por produtos nacionais pode representar um importante avanço na criação e na manutenção de colônias de moscas-das-frutas, para fins de estudos e liberação massal de macho estéril. Tanaka et al. (1969) fizeram várias tentativas, com o objetivo de encontrar componentes de dietas que fossem eficientes e de baixo custo para a criação massal da mosca mexicana das frutas, *Anastrepha ludens* (Loew).

É sabido que o tipo de dieta produz um profundo efeito no desenvolvimento de insetos imaturos, inclusive na fase adulta. A ausência de aminoácidos essenciais em dietas de *C. capitata* inibiu e atrasou o desenvolvimento e crescimento de larvas, trazendo, como consequência, baixas percentagens de pupas e de adultos viáveis (CHANG et al., 2001).

Várias tentativas para a criação massal de *Anastrepha fraterculus* foram desenvolvidas por Gonzalez (1971a, 1971b), Salles (1995, 1999), Jaldo et al. (2001) e Braga Sobrinho et al. (2006a, 2006b). Portanto, este trabalho tem como objetivo a identificação de ingredientes economicamente viáveis e produzidos localmente, a fim de se formular uma dieta equilibrada para a criação em grande escala da espécie em foco.

Materiais e Métodos

As moscas utilizadas neste trabalho foram oriundas de colônias obtidas por meio de coletas de frutos em pomares localizados na Região do Médio Jaguaribe no Estado do Ceará, e de exemplares da colônia

mantida no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IBUSP). Após a separação das espécies, foram formadas quatro colônias, uma colônia do “complexo” *Anastrepha* spp. (moscas adultas, sem separação de espécies, emergidas de frutos), *A. fraterculus*, *A. zenildae* e *A. fraterculus* da colônia do IBUSP. Após a manutenção das colônias por três gerações, passou-se a adaptar a dieta para adultos e larvas, desenvolvida por Braga Sobrinho et al. (2004). Para o estudo de compatibilidade genética, 25 fêmeas e 25 machos adultos, de cada uma das quatro colônias acima descritas, foram colocados em gaiolas e mantidas por 10 dias. Diariamente, após a constatação da cópula, o casal era separado e transferido para outra gaiola. Foram anotados o número de casais em cruzamento e a duração da cópula, para cada dia. Nas gaiolas, foram colocadas bolas de ágar como substrato para a oviposição. Diariamente, as bolas de ágar eram coletadas e substituídas por outras. Os ovos eram retirados, contados e testados quanto à viabilidade. Amostras de 100 ovos foram colocadas em placas de Petri, sobre papel de filtro umedecido, a fim de se determinar as percentagens de ovos férteis, danificados e inviáveis.

Foram computadas as médias e as percentagens de eclosão de ovos, pupas, emergência de adultos, ovos por fêmea por dia, peso de pupas e estimativa de espermatozóides na espermateca. A análise de variância (ANOVA) e as comparações de médias foram feitas, usando-se $P = 0,05$.

Dieta de adultos

O primeiro passo neste estudo foi o desenvolvimento de testes, a fim de se encontrar uma fonte de proteína de baixo custo e adequada para adultos de moscas-das-frutas, que proporcionasse uma produção viável de ovos. A partir daí, estabeleceu-se a seguinte hipótese: a qualidade da proteína em dieta de adultos melhorará e aumentará a produção de ovos e a eclosão de larvas. Para testar essa hipótese, três dietas para adultos, mencionadas a seguir, foram testadas.

Dieta A (padrão) – Levedo de cerveja + Açúcar (1:3).

Dieta B – Proteína hidrolisada de milho + Açúcar (1:3).

Dieta C – Proteína hidrolisada de soja + Açúcar (1:3).

Três dias antes da emergência dos adultos, as pupas foram coletadas e colocadas em gaiolas de emergência. No primeiro dia após a emergência de adultos, 300 fêmeas virgens e 300 machos virgens foram coletados e colocados, separadamente, em diferentes gaiolas. Para cada dieta correspondente, duas gaiolas, uma com 100 fêmeas e a outra com 100 machos foram alimentados com a mesma dieta (tratamento), formando um total de seis gaiolas para as três dietas. Cada gaiola foi abastecida com água e com a dieta correspondente, mencionada acima. Dez dias depois, período que corresponde à maturidade sexual de adultos (SALLES 1999), as 100 fêmeas e os 100 machos alimentados com a mesma dieta (tratamento) foram colocados juntos, em gaiolas medindo (30 cm x 30 cm x 40 cm), para observações das cópulas. Durante as observações das gaiolas com machos e fêmeas, cada par em cópula, de mesmo tratamento (dieta), foi separado em pequenas gaiolas abastecidas com água e com dieta, para estudo de comportamento. O período de maior intensidade de ocorrência de machos e fêmeas copulando se deu no período de 10 às 12 horas da manhã. Todos os pares que copulavam por mais de 8 minutos eram selecionadas para estudos biológicos. Posteriormente, 10 fêmeas copuladas de cada tratamento foram colocadas em pequenas gaiolas (16 cm x 10 cm x 10 cm), com recipientes de vidro revestidos com uma camada de ágar, para servir como substrato para a oviposição. Cada gaiola foi abastecida com água e a correspondente dieta de adultos.

Para esse experimento, foram usados três tratamentos (dietas), cinco repetições (caixas com dez fêmeas), formando um total de 15 gaiolas e 150 fêmeas acasaladas. Diariamente, os ovos eram coletados do ágar. Após a contagem dos ovos, eles eram colocados em placas de Petri para a determinação do percentual de ovos viáveis, ou seja, aqueles que resultaram em emergência de larvas. Dez dias depois, período máximo de oviposição, as fêmeas de cada tratamento foram dissecadas e suas espermatecas examinadas, a fim de se constatar a presença de espermatozóides. Cada uma das três espermatecas de cada fêmea foi observada em microscópio estereoscópio, com um aumento de 100X, e estimada a quantidade de espermatozóide. Para se fazer a estimativa do número de espermatozóide, foi usada uma escala de

1 a 4. A escala 1 representou zero espermatozóide; escala 2 representou menos de 100 espermatozóides; escala 3, mais de 100 e menos de 1.000; e escala 4, mais de 1.000 espermatozóides.

Dietas de larvas

Testes com oito diferentes dietas (Tabela 1) para larvas foram desenvolvidos, com o objetivo de se encontrar uma dieta eficiente e econômica. Placas de Petri, medindo 8,5 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, com 40 gramas de dieta e 100 ovos de *A. fraterculus*, foram usadas neste teste. A composição de cada dieta está listada na Tabela 1. A dieta padrão (Número 1), usada para efeito comparativo, foi a de Salles (1999). Todas as oito dietas estudadas tiveram o pH entre 3,8 e 4,0, ajustadas com o auxílio de peagâmetro.

Tabela 1. Diferentes dietas para larvas de *A. fraterculus* e seus ingredientes.

Ingredientes (%)	Número das dietas							
	1 ⁽¹⁾	2	3	4	5	6	7	8
Grão de trigo	6	6	6	6	6	6	6	6
Farelo de trigo	0	20	20	20	0	0	0	0
Bagaço de cana	0	0	0	0	20	20	20	20
Levedo de cerveja	6	5	8	13	0	0	0	0
Proteína de soja	0	0	0	0	5	8	13	18
Açúcar	6	8	8	8	8	8	8	8
Benzoato de sódio	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ácido clorídrico	0,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Nipagin	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Água	80	59,2	56,2	51,2	59,2	51,2	51,2	46,2
Ágar	1	0	0	0	0	0	0	0

⁽¹⁾Dieta padrão Salles (1999).

A sala de criação foi regulada para um fotoperíodo de 10:14 h, ou seja, 10 horas de luz fluorescente e 14 horas sem luz. O procedimento geral para a preparação das dietas, bem como o controle de qualidade, foram baseados no Manual de Controle de Qualidade da Agência Inter-

nacional de Energia Atômica (A MANUAL..., 1998). Cinco repetições de 100 ovos para cada tipo das oito diferentes dietas foram montadas. Os ovos foram distribuídos numa fita de papel de filtro colocada sobre a dieta, na placa de Petri. As placas de Petri com as dietas e ovos foram acondicionadas em BOD, com temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 90 % de umidade relativa. No sexto dia, as fitas de papel de filtro foram examinadas e contado o número de larvas eclodidas.

No oitavo dia, as placas de Petri foram removidas para outra BOD, com temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 75 % de umidade relativa, até o completo desenvolvimento das larvas. No décimo dia, cada placa de Petri foi colocada em caixa plástica contendo pó-de-serra, para formação de pupas. Em seguida, as pupas foram contadas e transferidas para gaiolas individuais para emergência de adultos.

A eficácia das oito dietas foi determinada mediante a avaliação e a análise comparativa, com base na dieta número 1. Os dados avaliados foram relativos à eclosão de ovos, número de pupas e emergência de adultos. Das oito dietas testadas (Tabela 1), cinco dietas (3, 4, 6, 7 e 8), que apresentaram mais de 70 % de recuperação de pupas, foram selecionadas para um teste em maior escala, usando-se bandejas de isopor (30 cm x19 cm x 2 cm), com 250 g de cada uma das dietas eleitas para esse teste. Em cada bandeja com a dieta, foi distribuída uma fita de papel de filtro com 200 ovos. Esse experimento foi composto por cinco tratamentos (dietas) e seis repetições. Os principais parâmetros desse teste foram eclosão de larvas, recuperação de pupas, peso de pupas e emergência de adultos. Os procedimentos laboratoriais qualitativos e quantitativos foram semelhantes ao teste anterior.

O critério para o teste definitivo de dietas para larva foi que no "screening" inicial, as melhores dietas tinham que apresentar uma recuperação de pupas superior ou igual a 70 %. Das cinco dietas testadas nessa fase, a dieta 3 e a dieta 4 tiveram como componente estrutural o farelo de trigo e como fonte de proteína o levedo de cerveja. As dietas 6, 7 e 8 tiveram o bagaço de cana como componente estrutural e a proteína de soja como fonte de proteína.

Para facilitar a tomada de decisão, o percentual dos componentes estruturais e o energético (grão de trigo) das dietas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 foi estabelecido em 20 % e 6 %, respectivamente, variando apenas os percentuais de proteínas, que foram levedo de cerveja para as três primeiras e proteína de soja para as quatro dietas restantes (Tabela 1).

Resultados e Discussão

O objetivo final de um sistema de produção massal de moscas-das-frutas do complexo *Anastrepha* spp. é a obtenção de adultos saudáveis e competitivos. O sucesso é altamente dependente de um rígido controle de qualidade em todos os procedimentos laboratoriais.

Por outro lado, dietas existem as mais diversas. Entretanto, um grande problema é o seu alto custo. Esse esforço na obtenção de dietas eficientes só terá importância quando acompanhado de uma análise de custo. Para tanto, a utilização de produtos locais de baixíssimo custo, como o bagaço de cana-de-açúcar, farelo de soja, entre outros, pode representar um grande avanço na viabilização da criação massal desse inseto.

Machos adultos, alimentados com as dietas A e B, apresentaram melhor resposta quanto à procura por fêmeas para copular, comparadas com a dieta C (Tabela 2). As fêmeas apresentaram um maior tempo de cópula nessas duas dietas. A maior duração de cópula foi de 35 e 37 minutos para casais, alimentados com as dietas A e B, respectivamente. As médias de duração de cópula de pares alimentados nas dietas A e B, foram de 19 e 21 minutos, respectivamente. As menores duração de cópula foram 10, 9 e 3 minutos para os casais alimentados nas dietas A, B e C, respectivamente. A maior duração de cópula de casais alimentadas com a dieta C foi de 13 minutos. A média de duração de cópula com C foi de 7 minutos. Número de ovos por fêmea, por dia, foi maior na dieta A, mas não diferiu significativamente da dieta B. As maiores percentagens de eclosão de larvas foram com as dietas A e B, as quais foram significativamente diferentes da dieta C.

Após 10 dias de alimentação e postura pelas 50 fêmeas em cada gaiola, com as respectivas dietas, foram encontrados os seguintes números e percentuais de fêmeas mortas 11(22 %), 16(32 %) e 29(58 %), respectivamente, para moscas adultas alimentadas com as dietas A, B e C. Somente 13 % das espermatecas de fêmeas alimentadas com a dieta C, apresentaram mais de 100 espermatozóides estocados. A dieta A apresentou a maior percentagem (55 %) de espermatecas com mais de 100 espermatozóides estocados. Já a dieta B não diferiu estatisticamente da dieta A.

A possível explicação para os resultados obtidos entre as dietas A e B, é que essas dietas podem conter elementos essenciais para suprir energia às fêmeas e aos machos, tornando-os mais vigorosos para a reprodução, o que não ocorreu com as moscas-das-frutas adultas alimentadas com a dieta C.

Tabela 2. Dietas para adultos de *Anastrepha fraterculus*, número de ovos por fêmea, por dia, percentagem de eclosão de larvas e densidade de espermatozóides por espermateca.

Dieta	Ovo/fêmea/dia (\pm SE) ⁽¹⁾	Eclosão larvas (%) (\pm SE) ⁽¹⁾	Esperma/es- permateca ⁽²⁾
Dieta A: Levedo de cerveja + açúcar (1:3)	17,3 \pm 1,1a	64,20 \pm 1,8a	> 100
Dieta B: Proteína hidrolisada de milho + açúcar (1:3)	15,4 \pm 0,4a	61,28 \pm 1,9a	> 100
Dieta C: Proteína hidrolisada de soja + açúcar (1:3)	8,7 \pm 0,8b	23,9 \pm 2,3b	< 100

⁽¹⁾Número seguido pela mesma letra, na mesma coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey HSD (P > 0,05).

⁽²⁾Teste não-paramétrico Kruskal-Wallis.

Os estudos de dietas para larvas, com os componentes estruturais farelo de trigo, dietas 1, 2, 3 e 4 e bagaço de cana-de-açúcar, dietas 5,6,7 e 8, foram desenvolvidos com as fontes de proteína, levedo de cerveja, para as quatro primeiras, e proteína de soja para as outras quatro (Tabela 1). Portanto, a análise dos dados foi centrada no efeito das fontes de proteínas, proteína de soja e levedo de cerveja.

O comportamento das larvas na dieta com bagaço de cana-de-açúcar foi diferente da dieta com farelo de trigo. As larvas na primeira dieta apresentavam maior mobilidade e se alimentavam com maior frequência. No entanto, na dieta com farelo de trigo, as larvas apresentavam menor mobilidade. Acredita-se que a dieta com o farelo de trigo dificultava a mobilidade das larvas, devido à consistência pastosa da dieta, influenciando também a alimentação.

Como mencionado anteriormente, outro fator preponderante para o desenvolvimento de larvas e a viabilidade de adultos foi o tipo e o percentual de proteína na dieta. As dietas 5 e 6, com bagaço de cana e percentuais de proteína de soja 5 e 8, foram inferiores às dietas 7 e 8. Essas dietas, com percentuais de proteína de 13 e 18 (Fig. 1), não apresentaram diferenças significativas, mostrando que a proteína de soja exerce um papel preponderante na recuperação de pupas e no seu



Fig. 1. Dietas para larvas de *Anastrepha* spp. à base de bagaço de cana-de-açúcar e proteína de soja com 13 % (dieta nº 7) e 18 % (dieta nº 8).

peso final. As dietas 3 e 4, tendo como fonte de proteína a levedura de cerveja, apresentaram boa performance para pupas, mas se mostraram inferiores à dieta com proteína de soja. Para a percentagem de emergência de adultos, as dietas não apresentaram diferenças estatísticas, significando que para esse parâmetro todas as dietas são eficientes (Tabela 3).

Os resultados deste estudo deram uma boa indicação para o avanço na criação de moscas-das-frutas em grande escala, mediante outros testes em grandes populações, ou seja, já se pode vislumbrar o início de uma criação maior, utilizando-se bandejas maiores com a melhor dieta.

Com a utilização dos conhecimentos gerados neste e em outros trabalhos anteriores, será possível avançar e vencer algumas etapas, antes consideradas muito difíceis, mas, atualmente, factíveis de serem desenvolvidas e conseguidas com resultados satisfatórios.

Tabela 3. Recuperação de pupas, peso de pupas e emergência de adultos oriundos de dietas para larvas de *Anastrepha fraterculus*.

Dieta	Recuperação de pupas (%) (\pm SE)	Peso de pupas (mg) (\pm SE)	Emergência de adultos (%)
Dieta nº 3: baseada em farelo de trigo + levedo de cerveja	69,0 \pm 2,7c	14,4 \pm 0,5b	91,6
Dieta nº 4: baseada em farelo de trigo + levedo de cerveja	71,1 \pm 1,5b	15,3 \pm 0,7b	90,6
Dieta nº 6: baseada em bagaço de cana + proteína de soja	73,0 \pm 1,9b	15,5 \pm 0,4b	91,9
Dieta nº 7: baseada em bagaço de cana + proteína de soja	77,0 \pm 0,3a	17,1 \pm 0,2a	92,0
Dieta nº 8: baseada em bagaço de cana + proteína de soja	78,8 \pm 0,5a	17,6 \pm 0,2a	91,4

Número seguido pela mesma letra, na mesma coluna, não difere significativamente pelo teste de Tukey HSD ($P > 0,05$).

Conclusões

Dietas para adultos de *A. fraterculus*, tendo como fonte de proteína o levedo de cerveja e a proteína hidrolisada de milho, forneceram os melhores resultados quanto ao número de ovos por fêmea, percentagem de eclosão de larvas e número de espermatozóides na espermateca. A proteína de soja, como componente de dieta de adultos, não apresentou resultados satisfatórios, sendo significativamente inferior às outras proteínas testadas. Dietas para larvas, tendo como componente estrutural bagaço de cana-de-açúcar e como fonte de proteína a proteína de soja, com percentual de 13 % apresentaram resultado semelhante as que continham 18 % de proteína, sugerindo que o uso da dieta com 13 % de proteína atende perfeitamente ao desenvolvimento das moscas-das-frutas, por apresentarem resultados favoráveis de recuperação de pupas, peso de pupas e emergência e viabilidade de adultos.

Com os resultados obtidos neste trabalho, vislumbram-se avanços importantes na técnica de criação massal de moscas-das-frutas. Por outro lado, etapas antes difíceis, atualmente, graças a um maior conhecimento da bioecologia desse inseto, já pode ser possível iniciar uma criação em maior escala, utilizando-se bandejas com maior quantidade de dieta e ovos para se obter uma maior população de adultos para testes em condições de campo.

Referências

- BRAGA SOBRINHO, R.; CACERES, C.; ISLAM, A.; WORNOPYORN, V.; ENKERLIN, W. Diets base don soybean protein for Mediterranean fruit fly. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.705-708, 2006a.
- BRAGA SOBRINHO, R.; CACERES, C.; ISLAM, A.; WORNOPYORN, V.; ENKERLIM, W. Improving mass rearing technology for southamerican fruit fly (Diptera:Tephritidae). **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.3, p.310-316, 2006b.
- BRAGA SOBRINHO, R.; MALAVASI, A.; MESQUITA, A.L.M; OMETO, A.C.F. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 29p.

BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M.; ENKERLIN, W.; GUIMARAES, J.A.; BANDEIRA, C.T.; PEIXOTO, M.J.A. Evaluation of fruit fly attractant in the State of Ceará – Brazil. **Ciência Agrônômica**, v. 35, p. 253-258, 2004. Número especial.

BRAGA SOBRINHO, R.; PEIXOTO, M. J. A.; MESQUITA, A. L. M.; BANDEIRA, C. T. Study on population dynamic of fruit fly species in the State of Ceará. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.33, n.2, p. 69-73, 2002.

CHANG, C. L.; KURASHIMA, R.; ALBRECHT, C. P. Larval development of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on a meridic diet. **Annal Entomological Society of America**, v. 94, n.3, p.433-437, 2001.

FIELD, S. A.; YUVAL, B. Nutritional status affects copula duration in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Insecta Tephritidae). **Ethomology Ecological Evolution**, v. 11, p. 61-70, 1999.

GONZALEZ, J. E. B. Crianza masal de *Anastrepha fraterculus* (Wiedl). **Revista Peruana de Entomologia**, v. 14, n.1, p. 71-76, 1971a.

GONZALEZ, J. E. B. Niveles de competência de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). **Revista Peruana de Entomologia**, v.14, n.1, p.80-86,1971b.

HENDRICH, J.; FRANZ, G.; ENDON, G. Increased effectiveness and applicability of the sterile insect technique through male-only releases for control of Mediterranean fruit flies during fruiting seasons. **Journal of Applied Entomology**, v.119, p. 371-377, 1995.

JALDO, H. E., M. C GRAMAJO; WILLINK, E. Mass rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): a preliminary strategy. **Florida Entomologist**, v. 84,n. 4, p.16-718, 2001.

JANG, E.B. Physiology of mating behaviour in Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): chemoreception and male accessory gland fluids in female post-mating behavior. **Florida Entomologist**, v. 85, n.1, p.89-93, 2002.

KASPI, R.; TAULOR, P. W. ; YUVAL, B. Diet and size influence sexual advertisement and copulatory success of males in Mediterranean fruit fly leks. **Ecological Entomologist**, v.25, p. 279-284, 2000.

KATSOYANNOS, B. I.; HEATH, R. R.; PAPADOPOULOS, N. T.; EPSKY, N. D. HENDRICKS, J. Field evaluation of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) female selective attractants for use in monitoring programs. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n.3, p. 583-589, 1999.

LANDOLT, P. J.; SIVINSKI, J. Effects of time of day, adult food, and host fruit on

incidence of calling by male Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 21, : p.382-387, 1992.

LIEDO, P.; DE LEON, E.; BARRIOS, M. I. ; VALLEMORA, J. F. ; IBARRA, G. Effect of age on the mating popensity of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.85, p. 94-101, 2002.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) II: Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, n.1, p. 17-24, 1988.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) I: lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, n.1, p. 9-16, 1980.

A MANUAL of quality control for fruit flies: version 4.0. Vienna: FAO : IAEA : USDA, 1998.

MORGANTE, J. S. **Moscas das frutas (Tephritidae):** características biológicas, detecção e controle. Brasília, DF: SENIR, 1991. 19p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale do São Francisco, 2).

NISHIDA, R.; SHELLY, T. E.; KANESHIRO, K. Y. Acquisition of female attractive fragrance by males of the oriental fruit fly from a Hawaiian lei flower *Fragraea berteriana*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 23, p. 2275-2285, 1997.

NORRBOM, A. L.; KIM, K.C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae).** Washington, DC : USDA, 1988. 114p. (APHIS. Publication, 81-52).

PITNICK, S.; MARKOW, T. A. Male gametic strategies: sperm size, testes size, and the allocation of ejaculate among successive mates by the sperm limited fly *Drosophila pachea* and its relatives. **America Nature**, v.143, p.785-819, 1994.

PROKOPY, R. J.; HENDRICHS, J. Mating behavior of *Ceratitis capitata* on a field-caged host tree. **Annals of the Entomological Society of America**, v.72, p.642-648, 1979.

SALLES, L. A. B. Rearing of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann). In: THE SOUTH American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedl): advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies. Viña del Mar : FAO: IAEA, 1999. p. 95-100,

SALLES, L. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; REISSER JUNIOR, C. Efeito da temperatura e umidade do solo sobre pupas e emergência de *Anastrepha fraterculus* (Wiedl). **Revista da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 24, n.1, p.147-152, 1995.

SEO, S.T., VARGAS, R .I.; GILMORE, J. E.; KURASHIMA, R. S.; FUJIMOTO, M. S.

Sperm transfer in normal and gamma-irradiated, laboratory-reared Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, p. 1949-1953, 1990.

SHELLY, T. E.; ENNELLY, S. S.; MCINNIS, D.O. Effect of adult diet on signaling activity, mate attraction, and mating success in male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.85, n.1, 150-155, 2002.

TANAKA, N.; STEINER, L. F.; OHINATA, K.; K. OKAMOTO, K. Low-cost larval rearing medium for mass production of oriental and Mediterranean fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, v. 62, p.967-968, 1969.

TAYLOR, P. W.; YUVAL, B. Postcopulatory sexual selection in Mediterranean fruit flies: advantages for large and protein-fed males. **Animal Behaviour**, v.58, p. 247-254, 1999.

WABURG, M. S. ; YUVAL, B. Effects of diet and activity on lipid levels of adult Mediterranean fruit flies. **Physiology Entomology**, v.21, p. 151-158, 1996.

WABURG, M. S.; YUVAL, B. Effects of energetic reserves on behavioral patterns of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Oecologia**, v.112, p. 214-218, 1997.

YUVAL, B.; KASPI, R.; FIELD, S. A. ; BLAY, S.; TAYLOR, P. Effects of post-teneral nutrition on reproductive success of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.85, p. 165-170, 2002.

ZUCCHI, R. A. A checklist of the species of *Anastrepha* with the families of their host plants and *Hymenopteran parasitoids* in Brazil In: TAN, K.H. (Ed.). Area-wide control of fruit flies and other insect pests. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AREA-WIDE CONTROL OF INSECT PEST, 2000. Penang. **Proceedings...** Penebrit Universiti Sains, 2000. p.693-702.

ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill,1988. p.1-10.

Embrapa

Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

