

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Performance de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) em Frutos: Comparação de Duas Populações Criadas em Laboratório

IARA S JOACHIM-BRAVO¹, ANALICE N GUIMARÃES¹, TATIANA C MAGALHÃES¹, ANTÔNIO S NASCIMENTO²

¹Depto. de Biologia Geral, Instituto de Biologia, Univ. Federal da Bahia, Rua Barão do Geremoabo s/n, Campus Universitário de Ondina, 40170-290, Salvador, BA, Brasil

²Embrapa, CP 007, 44.380-000 Cruz-das-Almas, BA, Brasil

Edited by Dori E Nava – EMBRAPA

Neotropical Entomology 39(1):009-014 (2010)

Performance of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Fruits: Comparison of Two Laboratory Populations

ABSTRACT - This study evaluated the influence of two fruits hosts (orange and papaya) on biological and behavioral parameters of two populations of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) reared under laboratory conditions. One of these populations has been reared under laboratory conditions by 25 years without introduction of wild flies (Lab-pop), while the other has been maintained under the same conditions by 15 years but with occasional introduction of wild specimens (Hybrid-pop). The following parameters were analyzed: emergence percentage, life cycle duration (from eclosion to emergence), adult size, longevity, female fecundity and oviposition preference. The best performance of immatures of both populations was obtained on papaya as a host. Larvae reared on orange had longer life cycle, low emergence percentage and smaller adults. The fruit type did not affect fecundity and longevity of the Lab-pop, but in the Hybrid-pop males lived longer when reared on papaya, while females had higher longevity and fecundity when reared on orange. Females of both populations preferred to lay eggs in papaya (better host for larvae) when compared to orange. However, some eggs were deposited on orange only by females of Lab-pop, suggesting a lower ability for host selection of this population. These data are discussed regarding to the effects of continuous laboratory rearing on the biological parameters of this species.

KEY WORDS: Fruit fly, moscamed, feeding behavior, laboratory rearing

O manejo moderno de pragas envolve o desenvolvimento e aplicação de tecnologias, como o controle biológico e a técnica do inseto estéril (TIE) (Hendrichs *et al* 2002), que dependem do conhecimento das características biológicas e comportamentais da população-alvo. Sendo assim, o sucesso de tais programas de manejo está associado, entre outros fatores, à condução de estudos básicos sobre a biologia, demografia e comportamento da espécie de interesse. A mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), é uma das principais pragas da fruticultura mundial (Christenson & Foote 1960, Malavasi *et al* 1980). Programas de manejo e controle biológico são desenvolvidos em todo o mundo na tentativa de suprimir ou erradicar populações dessa espécie, devido aos prejuízos econômicos provocados por ela.

A manutenção de criações de laboratório é importante tanto para estudos de biologia básica, quanto para o desenvolvimento de programas de controle de *C. capitata*. Para que a criação seja estabelecida é necessária a adaptação dos indivíduos selvagens às condições artificiais desse ambiente. A criação de moscas-das-frutas por muitas gerações em laboratório pode causar alterações nocivas no seu

comportamento (Leppla *et al* 1983, Economopoulos 1992, Joachim-Bravo & Zucoloto 1998). Geralmente, populações criadas em laboratório atingem a maturidade sexual mais rapidamente, apresentam maior taxa reprodutiva e redução na habilidade de vôo (Leppla *et al* 1983). Entre outros cuidados, a frequente introdução de indivíduos selvagens nas colônias mantidas em laboratório tem sido uma prática utilizada para a manutenção da variabilidade genética e para a diminuição dos efeitos nocivos causados pela criação artificial (Rull & Barreda-Landa 2007).

O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito da criação contínua em laboratório nos parâmetros biológicos e comportamentais de duas populações de *C. capitata* (com e sem introdução de indivíduos selvagens), quando criadas em dois hospedeiros distintos, frutos de mamão e laranja.

Material e Métodos

Uma das populações de *C. capitata* utilizada no presente trabalho foi proveniente da região de Ribeirão Preto, SP,

originada de uma criação mantida por aproximadamente 25 anos sem a introdução de moscas selvagens (Lab-pop). A outra foi originada de uma criação com cerca de 15 anos, mantida no CNPMF/EMBRAPA (Cruz-das-Almas, BA), na qual frequentemente foram adicionadas moscas selvagens coletadas na região de Itaparica (Hybrid-pop). As populações foram mantidas em dieta artificial segundo Zucoloto *et al* (1979) e Zucoloto (1987).

Foram testados frutos de laranja (*Citrus sinensis*) (variedade Pêra) e mamão (*Carica papaya*) 'Sunrise Solo'. Esses frutos foram escolhidos por terem apresentado valores nutricionais diferentes para as fases imaturas de *C. capitata* (Joachim-Bravo & Zucoloto 1997). Ambas as populações mantidas nos diferentes frutos foram comparadas quanto aos seguintes parâmetros: duração do ciclo de vida (eclosão-emergência), porcentagem de emergência, tamanho da fêmea (comprimento da asa), longevidade de adultos, fecundidade e preferência de oviposição nos frutos.

Para avaliação da duração do ciclo de vida, porcentagem de emergência e tamanho da fêmea adulta, uma pequena porção de polpa de fruto, sem semente e sem casca (cerca de 10 g), foi colocada em uma placa de Petri coberta com papel de filtro umedecido, como alimento para 20 larvas de até 3h de idade. Diariamente, as larvas eram removidas para um novo pedaço de polpa e, após seis dias, a placa era colocada em uma caixa de acrílico com areia, previamente esterilizada, servindo de local para a pupação. Foram realizadas seis repetições para cada fruto e população.

Para determinar a longevidade, 30 moscas recém-emergidas provenientes de cada hospedeiro e população foram colocadas, em grupos de cinco indivíduos de mesmo sexo, em caixas de acrílico (11 x 11 x 3 cm) e alimentadas com solução saturada de sacarose e água *ad libitum*, ambas oferecidas em tubos de vidro cobertos com algodão. Todos os adultos foram observados diariamente até a morte.

A fecundidade foi avaliada por meio da observação de dez casais de moscas recém-emergidas, colocadas em caixa de acrílico (11 x 11 x 3 cm) e alimentadas com solução saturada de sacarose, além de água, oferecidas em tubos de vidro cobertos com algodão e colocados nas aberturas laterais da caixa. Diariamente, os ovos postos pelas fêmeas diretamente nas caixas eram contados e todos os indivíduos eram observados até a morte. Cada experimento (fruto e população) contou com 10 repetições.

Para comparar ambas as populações quanto à preferência de oviposição das fêmeas, 10 casais, de moscas recém-emergidas e alimentadas na fase imatura com dieta artificial,

foram colocados em gaiolas recobertas de tule (20 x 20 x 25 cm) contendo dieta artificial e água. No início do período de pico de oviposição (10 dias após a emergência), dois pedaços de mamão (5 g) e dois pedaços de laranja (5 g) foram introduzidos nas gaiolas para servirem de substrato de oviposição. A polpa dos frutos foi coberta com papel alumínio, de tal maneira que apenas as cascas destes ficassem expostas para a oviposição. Depois de 24h, os pedaços de frutos foram trocados por novos e o teste foi encerrado após 48h. Foram feitas 10 repetições para cada população. Os ovos postos em cada pedaço de fruto foram contados com o auxílio de um estereomicroscópio.

Todos os experimentos foram conduzidos em laboratório com temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa variável de 70% a 80%. Os dados dos testes de preferência de oviposição foram analisados pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon, a 5% de significância. Os demais dados foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov & Smirnov, $P > 0,05$) e homocedasticidade (Método de Bartlett, $P > 0,05$), antes de serem submetidos ao teste de ANOVA para posterior comparação de médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

O desempenho biológico das fases imaturas de *C. capitata* em frutos de laranja e mamão, medido em termos de porcentagem de emergência, duração do ciclo de vida e tamanho da fêmea adulta, apresentou melhores resultados no mamão em relação à laranja, para ambas as populações (Tabela 1).

Os dados deste trabalho para a laranja como hospedeiro corroboram os obtidos por Greany *et al* (1982), que demonstraram e elucidaram a resistência bioquímica de laranjas e pomelos a *Anastrepha suspensa* (Loew). Os resultados indicaram ser o mamão o fruto mais adequado para o desenvolvimento das fases imaturas, concordando com os dados obtidos por Zucoloto (1993). Os dados obtidos por Zucoloto (1993) e por Krainacker *et al* (1987), com relação à porcentagem de emergência, foram diferentes para o mamão em relação aos resultados aqui apresentados. Os valores aqui obtidos, 70,0% (Lab-pop) e 75,8% (Hybrid-pop) de emergência, foram muito superiores aos relatados por outros autores (Krainacker *et al* 1987, Zucoloto 1993), provavelmente em decorrência da diferença na origem das populações de *C. capitata* e dos métodos de criação utilizados. Uma das populações deste trabalho, por exemplo, é proveniente de

Tabela 1 Performance de larvas de *Ceratitis capitata* das populações Lab-pop e Hybrid-pop alimentadas com mamão e laranja.

População	Frutos	Ciclo de vida (dias)	Emergência (%)	Tamanho da asa (mm)
Lab-pop	Mamão	16,9 ± 0,57 a	70,0 ± 22,40 a	2,6 ± 0,07 a
	Laranja	18,6 ± 0,69 b	68,3 ± 13,30 a	2,5 ± 0,10 b
Hybrid-pop	Mamão	16,0 ± 0,31 a	75,8 ± 12,42 a	2,6 ± 0,07 a
	Laranja	17,9 ± 0,57 b	37,5 ± 4,18 b	2,6 ± 0,10 a

Média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes (em coluna) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

criação mantida na EMBRAPA (Cruz das Almas, BA), na qual têm sido introduzidos indivíduos selvagens com frequência. A população utilizada no estudo de Zucoloto (1993) é proveniente de criação mantida há mais de 20 anos em laboratório sem a introdução de indivíduos selvagens, como a Lab-pop do presente estudo. Tais diferenças podem acarretar diversidade na variabilidade genética da população, o que explicaria as diferenças nos dados obtidos. Uma segunda causa seria atribuída aos próprios frutos e às diferentes épocas nas quais os experimentos foram realizados. Fatores ambientais causam diferenças na concentração de nutrientes, podendo afetar frutos da mesma espécie (Senter & Callahan 1990). A segunda hipótese é a mais provável, já que os resultados para a laranja, em termos de porcentagem de emergência, foram similares entre o presente estudo e o de Zucoloto (1993).

A porcentagem de emergência da Lab-pop de frutos de laranja foi o único parâmetro com resultados satisfatórios para as fases imaturas, quase similares aos resultados obtidos nos frutos de mamão, o que poderia ser explicado pelo fato de que populações criadas com dieta artificial por várias gerações podem apresentar reservas nutricionais maiores em seus ovos, o que poderia assegurar o seu bom desenvolvimento, mesmo quando submetidas a alimentação menos adequada. Geralmente, as dietas artificiais nas quais as moscas-das-frutas são criadas apresentam conteúdo protéico-calórico mais elevado que os frutos, seu alimento natural (Joachim-Bravo & Zucoloto 1998). Sabe-se também que o tamanho

dos ovos produzidos por insetos varia, entre outros fatores, com a alimentação dos mesmos (Bauerfeind & Fischer 2005, Moreau *et al* 2007), e que o tamanho dos ovos influencia a performance dos imaturos (Schenk & Sondgerath 2005, Fox & Czesak 2006). Assim, com relação aos resultados aqui obtidos, a qualidade dos ovos da população mantida em dieta (Lab-pop) poderia explicar a sobrevivência dos imaturos em laranja.

A sobrevivência de fêmeas da Lab-pop (Fig 1a) criadas em ambos os frutos apresentou padrão de longevidade semelhante ($M_{\text{mamão}} = 27,1 \pm 25,45$ dias; $M_{\text{laranja}} = 20,8 \pm 10,65$; ANOVA, $P > 0,05$). Na Hybrid-pop (Fig 1c), fêmeas criadas em laranja foram mais longevas do que aquelas criadas em mamão, ($M_{\text{mamão}} = 27,8 \pm 14,70$ dias; $M_{\text{laranja}} = 34,8 \pm 13,02$; ANOVA, $P < 0,05$). Na Hybrid-pop, por volta do 25º dia, 50% da população de fêmeas de mamão havia morrido, enquanto que a população de fêmeas da laranja caiu pela metade apenas por volta do 40º dia. Na Lab-pop 50% das moscas dos dois frutos morreram até, aproximadamente, o 20º dia. Na comparação entre as fêmeas das duas populações, a única diferença encontrada foi a longevidade das fêmeas criadas em laranja, e as fêmeas da Hybrid-pop foram mais longevas do que as da Lab-pop (ANOVA, $P < 0,01$).

Machos adultos da Lab-pop (Fig 1b) também apresentaram longevidade semelhante entre as dietas ($M_{\text{mamão}} = 17,3 \pm 4,26$ dias; $M_{\text{laranja}} = 17,5 \pm 11,70$; ANOVA, $P > 0,05$). Para os machos da Hybrid-pop (Fig 1d), aqueles oriundos de mamão

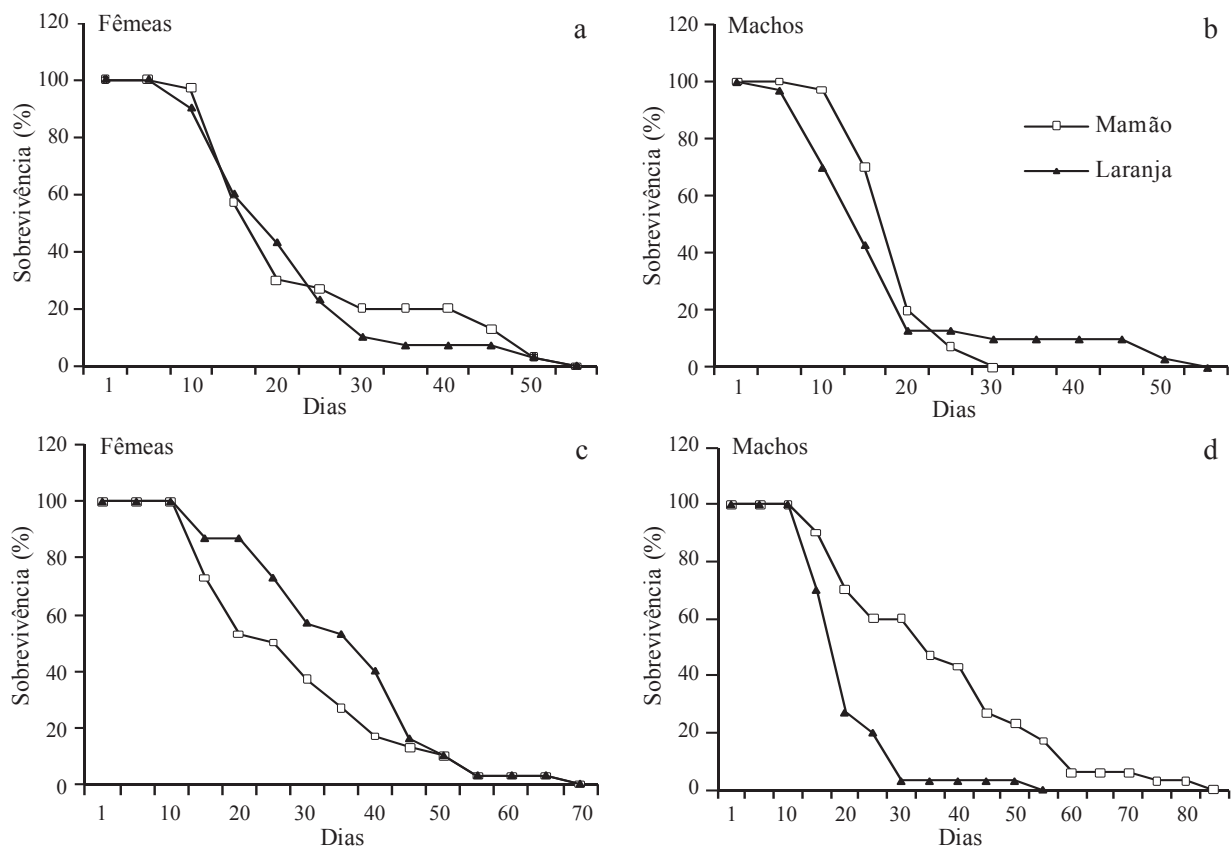


Fig 1 Sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* da Lab-pop (a – fêmeas; b – machos) e da Hybrid-pop (c – fêmeas; d – machos) provenientes de larvas criadas em mamão e laranja.

foram mais longevos ($M_{\text{mamão}} = 30,0 \pm 18,31$ dias; $M_{\text{laranja}} = 19,6 \pm 8,52$; ANOVA, $P < 0,0001$). A população de machos da Hybrid-pop criada em laranja foi reduzida à metade entre o 16° e 18° dias, enquanto que a população criada em mamão caiu pela metade por volta do 33° dia. A população de Lab-pop criada em laranja foi reduzida à metade por volta do 15°, enquanto que essa redução para os de mamão ocorreu por volta do 20° dia. Comparando-se os dois hospedeiros, o mamão proporcionou o melhor desempenho para os machos da Hybrid-pop, não havendo diferenças para ambos os sexos da Lab-pop nos dois hospedeiros testados.

Curiosamente, as fêmeas da Hybrid-pop criadas em mamão, que foi um fruto que proporcionou bom desempenho para as larvas, não apresentaram longevidade satisfatória. Esses dados deverão ser investigados para verificar suas possíveis causas. Além disso, ao comparar as duas populações, o tipo de fruto não influenciou a longevidade dos adultos da Lab-pop, sendo que machos da Hybrid-pop apresentaram maior longevidade quando criados em mamão e as fêmeas em laranja.

Com relação à produção de ovos ao longo da vida, moscas da Lab-pop apresentaram número de ovos semelhantes, independente dos frutos nos quais foram criadas ($M_{\text{mamão}} = 6,4 \pm 4,81$ ovos/fêmea ao longo da vida e $M_{\text{laranja}} = 5,3 \pm 4,33$ ovos/fêmea ao longo da vida) (ANOVA, $P > 0,05$) (Fig 2a). Em outros aspectos do padrão reprodutivo, as moscas

de ambos os hospedeiros diferiram entre si. O período de postura foi mais curto para as moscas criadas em laranja. A média do início de postura foi de $4,5 \pm 3,53$ dias, sendo que já no 1° dia havia registro de postura. O tempo máximo para a oviposição foi de 29 dias ($M = 12,5 \pm 2,12$ dias). Os primeiros registros de postura para as moscas de mamão foram no 5° dia ($M_{\text{início de postura}} = 8,0 \pm 2,34$ dias), e o tempo máximo para a oviposição foi de 40 dias ($M = 23,4 \pm 10,92$ dias).

Os melhores dados de fecundidade foram apresentados por moscas da Hybrid-pop provenientes de larvas criadas na laranja ($M = 7,8 \pm 4,68$ ovos/fêmea ao longo da vida), em comparação com as de mamão, cuja produção de ovos foi bem inferior ($M = 1,9 \pm 1,10$ ovos/fêmea ao longo da vida) (ANOVA, $P < 0,05$) (Fig 2b). Quanto ao padrão de postura, a oviposição de algumas fêmeas criadas em laranja iniciou-se no 3° dia, sendo que, a média de início de postura foi de $9,1 \pm 3,31$ dias. As primeiras posturas para as fêmeas de mamão ocorreram no 4° dia e a média de início de postura ($11,8 \pm 6,02$ dias) foi mais tardia em comparação com aquela de fêmeas de laranja. A amplitude do tempo de postura também foi maior para as fêmeas de laranja. O tempo máximo de oviposição foi de 47 dias ($M = 26,9 \pm 9,65$ dias) para as fêmeas de laranja e de 21 dias ($M = 15,5 \pm 7,77$ dias) para as de mamão.

Em ambas as populações, o pico de oviposição de fêmeas criadas em laranja ocorreu do 6° ao 10° dia, e foi mais precoce do que fêmeas de mamão, que ocorreu do 16° ao 20° dia. A longevidade e fecundidade da população de laboratório (Lab-pop) não sofreram influência dos hospedeiros nos quais as larvas foram criadas. Tal resultado pode ser consequência dos efeitos da criação contínua em laboratório na modulação dos parâmetros fisiológicos da população. Por outro lado, as fêmeas da população híbrida (Hybrid-pop) tiveram maior longevidade e maior fecundidade quando alimentadas com laranja e os machos apresentaram maior longevidade quando alimentados com o mamão. Em média, as concentrações de proteína encontradas em frutos de laranja 'Pêra' e mamão 'Papaya' são de 1,0% e 0,5%, respectivamente (Lima *et al* 2006). Talvez a maior concentração de proteína existente na laranja tenha sido um fator importante para a maior longevidade e fecundidade de fêmeas da Hybrid-pop. É interessante notar que o mamão foi o fruto que proporcionou melhor desempenho dos imaturos apesar de possuir, em média, percentual menor de proteína se comparado à laranja. Tal fato pode estar relacionado a menor consistência e conteúdo de água do mamão se comparado ao da laranja. Tais aspectos físicos e químicos do fruto podem ter facilitado a sua ingestão, resultando em melhor desempenho para os parâmetros avaliados para essa fase de vida. Embora não quantificado, durante a execução dos experimentos o consumo de mamão foi mais rápido que o da laranja. Houve também grande mortalidade de larvas pequenas nas laranjas, aparentemente "presas" nos alvéolos das mesmas, o que poderia dificultar a locomoção e a ingestão desse fruto.

Comparando-se os dados aqui obtidos com o número de ovos produzidos ao longo da vida quando as larvas foram alimentadas com dieta artificial (Cangussu & Zucoloto 1992), obteve-se menor oviposição quando as larvas foram alimentadas com os dois frutos. Tal fato seria explicável pela baixa concentração de proteína encontrada nos mesmos, além de as fêmeas terem recebido apenas solução de sacarose na fase adulta. Os frutos, de modo geral, apresentam maior

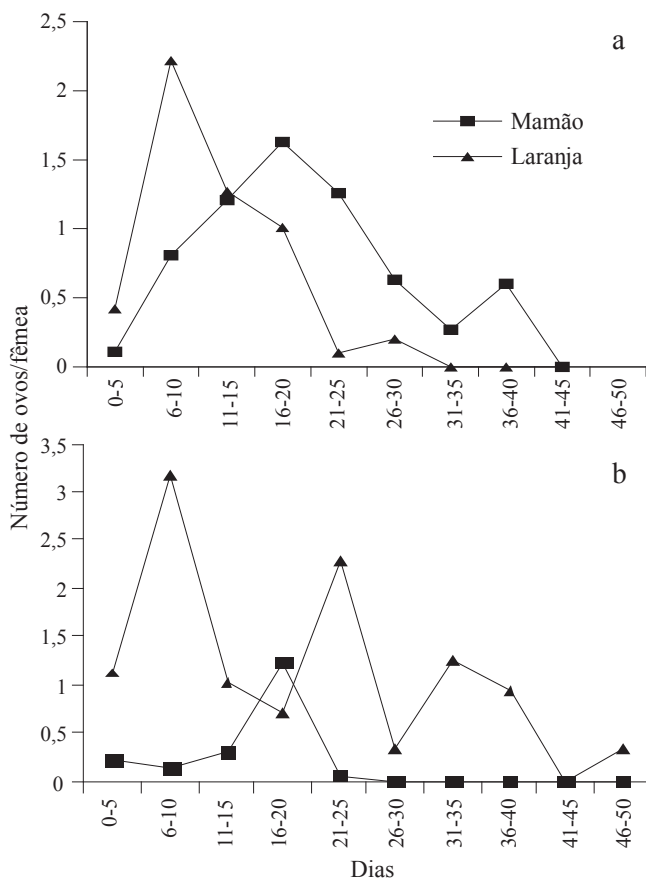


Fig 2 Fecundidade de *Ceratitis capitata* da Lab-pop. a) e da Hybrid-pop; b) provenientes de larvas criadas mamão e laranja.

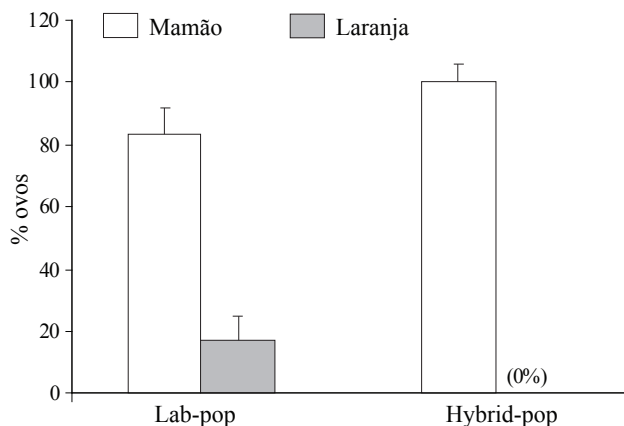


Fig 3 Preferência de oviposição das populações Lab-pop e Hybrid-pop de *Ceratitis capitata* em mamão e laranja (Teste de Wilcoxon, $P < 0,05$).

teor de carboidratos do que de proteínas (Whiting 1970). Na natureza, as moscas adultas suprem suas necessidades protéicas alimentando-se de fezes de pássaros e *honeydew* (Hendrichs *et al* 1993). Na fase larval, o suprimento adicional de proteína é proporcionado, provavelmente, pela ingestão de microrganismos presentes nos frutos (Fernandes-da-Silva & Zucoloto 1997).

Esses dados confirmaram os trabalhos que versam sobre a importância de proteínas para a maior produção de ovos em *C. capitata*, tanto na fase larval como na fase adulta (Cocareli *et al* 1988, Cangussu & Zucoloto 1992). No gênero *Anastrepha* Schiner, a presença de proteína em ambas as fases também é essencial para a produção de ovos. Além disso, na fase adulta, caso não recebam proteína, as fêmeas não produzem ovos (Zucoloto 2000).

Quanto à preferência de oviposição (Fig 3), ambas populações preferiram o mamão como substrato de postura, assim como relatado anteriormente (Joachim-Bravo *et al* 2001, Joachim-Bravo & Silva-Neto 2004). Comparando-se as duas populações, fêmeas da Hybrid-pop colocaram 100% dos ovos em mamão, e fêmeas da Lab-pop depositaram pequena porcentagem de seus ovos em laranja (um hospedeiro menos adequado para as larvas), demonstrando a menor capacidade seletiva em relação à escolha de hospedeiros adequados para a prole, ou seja, menor relação preferência-performance. Provavelmente, essa menor capacidade seletiva seja um efeito deletério da criação contínua em laboratório.

Com base nos resultados do presente trabalho, sugere-se a utilização de populações híbridas (introduções frequentes de indivíduos selvagens) de *C. capitata* para estudos que visem determinar a influência de hospedeiros em seus parâmetros biológicos, visto que a manutenção de populações por longos períodos em laboratório pode influenciar algumas respostas fisiológicas e comportamentais desta espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas (Processo nº 520818-98/9).

Referências

- Bauerfeind S S, Fischer K (2005) Effects of adult derived carbohydrates, aminoacids and micronutrients on female reproduction in a fruit-feeding butterfly. *J Insect Physiol* 51: 545-554.
- Cangussu J A, Zucoloto F S (1992) Nutritional value and selection of different diets by adult *Ceratitis capitata* fruit flies. *J Insect Physiol* 38: 485-491.
- Christenson L D, Foote R H (1960) Biology of fruit flies. *Ann Rev Entomol* 5: 171-192.
- Cocareli N M, Ferro M I T, Zucoloto F S (1988) Nutritive value of beer yeast for *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *Rev Bras Zool* 5: 253-259.
- Economopoulos A P (1992) Adaptation of the mediterranean fruit fly (Diptera; Tephritidae) to artificial rearing. *J Econ Entomol* 85: 753-758.
- Fernandes da Silva P G, Zucoloto F S (1997) Effect of host nutritive value on egg production by *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *J Insect Physiol* 43: 939-943.
- Fox C W, Czesak M E (2006) Selection on body size and sexual size dimorphism differs between host species in a seed-feeding beetle. *J Evol Biol* 19: 1167-1174.
- Greany P D, Styer S C, Davies P L, Shaw P E, Chamber D L (1982) Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. *Ent Exp Appl* 34: 40-50.
- Hendrichs J, Lauzon C R, Cooley S S, Prokopy R J (1993) Contribution of natural food sources to adult longevity and fecundity of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). *Ann Entom Soc Am* 86: 250-264.
- Hendrichs J, Robinson A S, Cayol J P, Enkerlin W (2002) Medfly area wide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: The importance of mating behavior studies. *Fla Entomol* 85: 1-13.
- Joachim-Bravo I S, Fernandes O A, Bortoli S A, Zucoloto F S (2001) Oviposition preference hierarchy in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of female age and experience. *Iheringia, Série Zool* 91: 93-100.
- Joachim-Bravo I S, Silva-Neto A M (2004) Aceitação e preferência de frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Iheringia, Série Zool* 94: 171-176.
- Joachim-Bravo I S, Zucoloto F S (1997) Oviposition preference and larval performance in *Ceratitis capitata*. *Rev Bras Zool* 14: 795-802.
- Joachim-Bravo I S, Zucoloto F S (1998) Performance and feeding behavior of *Ceratitis capitata*: comparison of a wild population and laboratory population. *Entomol Exp Appl* 87: 67-72.
- Krainacker D A, Carey J R, Vargas R I (1987) Effect of larval host on life history traits of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Oecologia* 73: 583-590.

- Leppla N C, Huettel M D, Chambers D L, Ashley T R, Miyashita D H, Wong T T Y, Harris E J (1983) Strategies for colonization and maintenance of the Mediterranean fruit fly. *Entomol Exp Appl* 33: 89-96.
- Lima D M, Colugnati F A B, Padovani R M, Rodriguez-Amaya D B, Salay E, Galeazzi M A M (2006) Tabela brasileira de composição de alimentos (versão II). Campinas: NEPA-UNICAMP, 2 edição, 113p.
- Malavasi A, Morganti J S, Zucchi R A (1980) Biologia de “moscas-das-frutas”. I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Rev Bras Biol* 40: 9-16.
- Moreau J, Thiery D, Troussard J P, Benrey B (2007) Grape variety affects female but also male reproductive success in wild European grapevine moths. *Ecol Entomol* 32: 747-753.
- Rull J, Barreda-Landa A (2007) Colonization of a hybrid strain to restore male *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) mating competitiveness for sterile insect technique programs. *J Econ Entomol* 100: 752-758.
- Schenk K, Sondgerath D (2005) Influence of egg size differences within egg clutches on larval parameters in nine libellulid species (Odonata). *Ecol Entomol* 30: 456-463.
- Senter S D, Callahan A (1990) Variability in the quantities of condensed tannins and other major phenols in peach during maturation. *J Food Science* 55: 1585-1587.
- Whiting G C (1970) Sugars, p.1-31. In Hulme, A C (ed) *The biochemistry of fruits and their products*, vol. 1, London, London Academic Press, 620p.
- Zucoloto F S (1987) Feeding habits of *Ceratitis capitata*: can larvae recognize a nutritional effective diet? *J Insect Physiol* 33: 349-353.
- Zucoloto F S (1993) Acceptability of different Brazilian fruits to *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) and fly performance on each species. *Braz J Med Biol Res* 26: 291-298.
- Zucoloto F S (2000) Nutrição e alimentação, p.67-80. In Malavasi A, Zucchi R A (eds) *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Zucoloto F S, Puschel S, Message C M (1979) Valor nutritivo de algumas dietas artificiais para *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). *Bol Zool Univ S Paulo* 4: 75-80.

Received 28/XI/07. Accepted 06/X/09.
