

Machos Virgens e Acasalados de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) Apresentam o mesmo Sucesso de Cópula e a mesma Capacidade de Inibição de Recópula das Fêmeas?

Luiza Passos Santana & Iara Sordi Joachim-Bravo[✉]

Universidade Federal da Bahia, e-mail: psluiza@yahoo.com.br, iara_bravo@yahoo.com.br (Autor para correspondência[✉]).

EntomoBrasilis 7 (2): 110-115 (2014)

Resumo. A mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* Wiedemann é uma espécie polífaga que causa danos à fruticultura. Para seu controle, uma das técnicas utilizada é a técnica do inseto estéril (TIE), que consiste na liberação de milhares de machos estéreis no campo para competirem com os selvagens pelas fêmeas. O sucesso desta técnica está associado à habilidade do macho estéril em ser aceito pela fêmea e também em prevenir a recópula da mesma. Neste trabalho avaliou-se a influência do *status* reprodutivo do macho - virgem ou acasalado - no seu sucesso de cópula e na sua capacidade de inibir a recópula das fêmeas. Foram avaliados o tempo de latência e o tempo de duração da cópula de acasalamentos com os dois tipos de machos. Para verificar a capacidade de inibição de recópula, fêmeas acasaladas com machos virgens ou acasalados foram expostas a novos machos virgens um dia após o primeiro acasalamento e observadas quanto a ocorrência de recópula. Os resultados evidenciaram que machos de diferentes *status* reprodutivos apresentaram similaridades quanto ao sucesso de acasalamento e a capacidade de inibir a recópula das fêmeas, além de tempos similares de latência para a cópula e duração da mesma. Tais dados sugerem que, assumindo-se que os machos estéreis apresentam a mesma biologia básica de machos não estéreis, na aplicação da TIE, machos que já acasalaram uma vez no campo podem continuar a ter a mesma eficiência que os virgens quanto ao sucesso de acasalamento e a capacidade de inibição de recópula das fêmeas.

Palavras-chave: Comportamento Reprodutivo, Moscamed, Técnica do Inseto Estéril.

Virgin and Mated Males of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) Have the Same Mating Success and the Same Ability to Inhibit Female Remating?

Abstract. *Ceratitis capitata* Wiedemann is a polyphagous species that damages fruits and affects their production and consumption. One of the techniques to manage this pest is the Sterile Insect Technique, which consists in releasing sterile males in nature to compete with wild males for mating. The success of this technique is associated with the ability of sterile male in being selected by the female and in preventing female remating with other males. This paper aims to evaluate the influence of male reproductive status in mating success and in female remating inhibition. Tests for evaluating the latency to mate and copula duration were performed to evaluate latency to mate and copula duration based on different male status. In remating inhibition tests, females mated with virgin and mated males, were exposed to other males one day after the first mating so the rate of remating could be evaluated. The results showed that males of different reproductive status had no differences in mating success and in female remating inhibition. The latency to mate and copula duration were similar for both male status as well. Our results suggest that, assuming that the sterile males have the same basic biology of non sterile males, in SIT, after released in nature, mated males can have the same success in mating and female remating inhibition as virgin males.

Keywords: Medfly; Reproductive Behavior; Sterile Insect Technique.

Originária da África, *Ceratitis capitata* Wiedemann é uma espécie polífaga, multivoltínea e com ampla distribuição geográfica (SOUZA & MATIOLI 1988; FIMIANI 1989; ZUCCHI 1999). Tendo sido introduzida no Brasil no início do século 20 tem causado muito danos à fruticultura nacional (MALAVASI & BARROS 1988; ARAUJO & ZUCCHI 2003).

A busca por métodos de controle de pragas agrícolas menos agressivos ao ambiente e por produtos de qualidade livres de resíduos tóxicos vem incentivando a procura de alternativas de controle (CARVALHO *et al.* 1999; KAPONGO *et al.* 2007; HOSKEN *et al.* 2009). Um desses métodos é a técnica do inseto estéril (TIE) (KNIPLING 1959), que consiste na esterilização dos machos e sua posterior liberação em campo, onde deverão competir com machos selvagens pelas fêmeas (WALDER 1999; LANCE *et al.* 2000). A expectativa, quando da aplicação constante da técnica, é que ela contribua gradativamente para a supressão da população alvo

no campo (SOUZA & MATIOLI 1988; GAVRIEL *et al.* 2009).

A eficácia da TIE depende do sistema de acasalamento da espécie (KNIPLING 1959) e pode ser beneficiada pelo aprimoramento no conhecimento dos fatores que contribuem para o sucesso de cópula dos machos (ROBINSON *et al.* 2002). Em *C. capitata* observa-se o sistema de acasalamento em lek, no qual machos se agregam delimitando um território e liberam feromônio para atrair as fêmeas para acasalamento (LANCE *et al.* 2000; BRICEÑO *et al.* 2007; ANJOS-DUARTE *et al.* 2011). Diante do lek, as fêmeas podem avaliar e aceitar acasalar com um dos machos disponíveis (EBERHARD 1999; ANJOS-DUARTE *et al.* 2011), sugerindo que o sucesso de cópula do macho estaria vinculado à uma escolha da fêmea (MOSSINSON & YUVAL 2003).

Vários fatores que influenciam o sucesso de cópula dos machos têm sido estudados: idade, estado nutricional e esterilidade em

C. capitata (ALUJA *et al.* 2001; KRAALJEVELD & CHAPMAN 2004; SILVA-NETO *et al.* 2009; COSTA *et al.* 2012) e em outras espécies (DUKAS 2005; KING *et al.* 2005), incluindo aprendizado e *status* de acasalamento do macho. Outros fatores que podem interferir no sucesso reprodutivo do macho são a capacidade deste em prevenir a recópula da fêmea (KRAALJEVELD *et al.* 2004) e os mecanismos regulatórios pós-cópula da fêmea (YUVAL & HENDRICH 1999). Em diversos dípteros a receptividade da fêmea sofre mudança após o acasalamento (MIYATAKE *et al.* 1999). O controle dessa receptividade ainda não está totalmente esclarecido na mosca do mediterrâneo (YUVAL & HENDRICH 1999), mas sabe-se que mecanismos comportamentais, mecânicos e fisiológicos dos machos estão envolvidos na inibição da receptividade das fêmeas (MOSSINSON & YUVAL 2003), cuja aptidão para a recópula parece estar associada à qualidade do primeiro macho (GAVRIEL *et al.* 2009).

A influência da experiência do macho no seu sucesso de acasalamento já foi demonstrada em alguns outros trabalhos com Diptera. Machos acasalados de *Anastrepha suspensa* Loew, por exemplo, tiveram maior sucesso quando comparados a machos virgens, mostrando a influência positiva da experiência de acasalamento nesta espécie (TEAL *et al.* 2000). Entretanto, desvantagens para as fêmeas também foram percebidas no caso de cópula com machos não virgens. A qualidade do esperma e de outras substâncias seminais pode variar, de modo que fêmeas que copulam com machos já acasalados diversas vezes podem receber um ejaculado de menor qualidade e ter a capacidade de postura de ovos férteis afetada (PEREZ-STAPLES *et al.* 2008).

Neste trabalho foi avaliada a influência do *status* reprodutivo dos machos no seu sucesso de cópula e na inibição da recópula das fêmeas. Como aspectos específicos, foram analisados: (I) A preferência da fêmea na escolha entre machos virgens e acasalados; (II) a duração da cópula e o tempo de latência para o início da cópula de machos de diferentes *status*; (III) a capacidade de cada tipo de macho em inibir a recópula da fêmea.

MATERIAL E MÉTODOS

Indivíduos de *C. capitata* foram obtidos de uma criação mantida em laboratório há aproximadamente 15 anos com a introdução ocasional de indivíduos selvagens coletados de frutos de amendoira (*Terminalia catappa* L.) para manter variabilidade genética na criação. As criações foram mantidas sob condições de 25-26 °C, com fotofase de 12h, no Laboratório de Ecologia Nutricional de Insetos (LENI) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. A manutenção das moscas seguiu a metodologia descrita por ZUCOLOTO (1987) e a alimentação consistiu de dieta à base de farelo de soja e levedo de cerveja para as larvas (CARVALHO *et al.* 1998) e uma mistura de açúcar e extrato de levedura na proporção 3:1 para os adultos (SILVA-NETO *et al.* 2012). Durante os testes foram disponibilizados água e alimento para os adultos. Os insetos usados nos experimentos foram coletados em até 24 h após a emergência e separados por sexo em caixas plásticas. Todos possuíam entre 5 e 6 dias de idade, na data de realização do teste. Nesse período os indivíduos já estavam maduros sexualmente. A identificação da maturação sexual dos machos é definida com a observação do comportamento de “chamamento”, que é quando o macho e libera uma gotícula de feromônio (ANJOS-DUARTE *et al.* 2011; SILVA-NETO *et al.* 2012) ao mesmo tempo em que faz movimentos rápidos com a asa para frente e para trás (vibração) (BRICEÑO *et al.* 2007). Para obtenção de machos acasalados, no dia anterior a cada teste foi colocado em conjunto machos e fêmeas e observada a ocorrência de cópula. Nesse procedimento, cada macho acasalou uma única vez, e após o término da cópula os machos foram separados e utilizados 24 h depois no experimento.

Escolha de parceiro sexual e avaliação da latência para a cópula e duração da cópula. Os testes de escolha de parceiro sexual foram realizados em gaiolas plásticas (18 x 13 x 13 cm).

Em cada réplica (gaiola) foram colocados um indivíduo de cada categoria (macho virgem, macho acasalado e fêmea virgem). Cada casal que copulava era retirado com auxílio de tubo de ensaio e observou-se a preferência da fêmea, registrando-se o *status* reprodutivo do macho com o qual cada fêmea tinha acasalado. Machos virgens e acasalados foram diferenciados por uma marcação prévia (24h antes do teste) no noto com tinta atóxica, cujas cores (verde e azul escuro) foram alternadas nas diferentes réplicas. Foram efetuadas 18 réplicas para este experimento.

Para avaliar a latência para a cópula - contada a partir da liberação dos machos na gaiola até o registro do casal em cópula - e duração da mesma foram realizadas 17 réplicas (uma réplica = uma gaiola) para cada grupo de macho (virgem ou acasalado) de forma independente em gaiolas similares à descrita no experimento anterior. Um macho de uma das duas categorias (virgem ou acasalado) estava presente juntamente com uma fêmea virgem em uma mesma réplica e a cada registro de cópula, anotava-se o horário de início e término.

Outro conjunto de experimentos envolvendo a medição desses mesmos parâmetros - escolha da fêmea, latência e duração da cópula - teve como objetivo avaliar se a preferência da fêmea poderia ser influenciada pelo ambiente (tipo de gaiola) e pela presença de outras fêmeas. Neste delineamento, tanto os experimentos de escolha das fêmeas como os de latência e duração de cópula foram realizados em gaiolas maiores (68 x 68 x 90 cm) composta por armação de ferro e revestida por tela, contendo no seu interior uma muda de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), com aproximadamente 70 cm de altura e 40 cm de diâmetro de copa. Em cada réplica (gaiola), doze indivíduos de cada categoria (machos virgens, machos acasalados e fêmeas virgens) foram colocados na gaiola. Cada casal que copulava era retirado com auxílio de tubo de ensaio e observou-se a preferência da fêmea, registrando-se o *status* reprodutivo do macho com o qual cada fêmea tinha acasalado. Para garantir a proporção de machos de cada tipo, a cada casal retirado retirava-se também um macho do *status* reprodutivo oposto. Os machos de cada categoria foram diferenciados empregando-se as mesmas marcas descritas nos experimentos anteriores. Seis réplicas foram feitas para esse experimento.

Para a avaliação da latência para a cópula e a duração da mesma foram realizadas seis réplicas (uma réplica = uma gaiola) para cada grupo de macho (virgem ou acasalado) de forma independente em gaiolas similares à descrita no experimento anterior. Em uma mesma gaiola (réplica) foram colocados doze machos de um único tipo e doze fêmeas virgens e a cada acasalamento registrado anotava-se o horário de início e término de cada cópula.

Todos os experimentos acima descritos tiveram início às 08:00 e término às 12:00.

Recópula. Para avaliar a ocorrência de recópula associada a machos virgens e machos acasalados foi testado se as fêmeas acasaladas no dia anterior com os machos de diferentes *status* reprodutivo recopulavam. Fêmeas virgens foram colocadas em gaiolas plásticas (18 x 13 x 13 cm) juntamente com machos virgens ou acasalados. As fêmeas que copularam foram separadas após o fim da cópula e consideradas como fêmeas acasaladas. No dia seguinte, essas fêmeas acasaladas com diferentes tipos de machos foram colocadas individualmente em gaiolas plásticas (18 x 13 x 13 cm), e expostas a um macho virgem. Foram feitas 35 réplicas de recópula (uma réplica = uma gaiola) para fêmeas acasaladas previamente com machos virgens e 36 réplicas de recópula para fêmeas acasaladas previamente com machos acasalados. Os testes aconteceram de 8:00 às 12:00 e registrou-se a presença ou ausência de recópula.

Análise estatística. Nos experimentos de recópula e nos testes de escolha de parceiro onde havia apenas 1 fêmea e 2 machos foi feito o teste do qui-quadrado (χ^2) para avaliar se houve diferença

no número de recópula e na preferência da fêmea considerando os dois tipos de machos. Nos testes de escolha onde havia grupos de fêmeas e de machos foi utilizado o teste t, para analisar as diferenças entre as médias encontradas. Antes de realizar o teste t, foram verificadas as premissas de normalidade dos dados utilizando o teste de Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$) e da homogeneidade das variâncias utilizando o teste F ($\alpha=0,05$). Nos testes de avaliação da latência para a cópula e duração da cópula com casais individualizados e com grupos de moscas foi feito o teste não paramétrico de Mann-Whitney, uma vez que as premissas de normalidade ou homogeneidade não foram cumpridas. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o programa R Studio (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2011) com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

No teste de escolha de parceiro sexual, no qual 1 fêmea foi exposta a 2 machos - virgem ou acasalado - não houve diferença significativa na escolha ($\chi^2 = 3,55$; g.l. = 1; $p= 0,059$), apesar do valor de p obtido ter sido próximo do valor de significância. De um total de 18 réplicas, em 13 (72%) os machos virgens foram preferidos e em 5 as fêmeas escolheram os acasalados (28%).

Nos testes de escolha de parceiro sexual com grupos de fêmeas expostas simultaneamente a machos virgens e acasalados, estas também não demonstraram preferência entre os machos de diferentes *status* de acasalamento. Em média $4,5 \pm 1,64$ machos virgens e $5,0 \pm 1,67$ machos acasalados foram escolhidos por réplica, resultando em uma diferença não significativa ($F = 1,037$; $t = 0,52$; $p=0,61$; teste t).

O tempo de latência para a cópula e a duração da cópula para machos virgens e acasalados nos testes com fêmeas individuais (FI) e com fêmeas em grupo (FG) estão expostos na Tabela 1. A latência para a cópula e a duração da mesma foi similar para ambas as categorias de machos nos dois delineamentos experimentais.

Os experimentos sobre a influência do *status* reprodutivo do macho na taxa de recópula das fêmeas (Figura 1) evidenciaram que o status reprodutivo dos machos não afetou a taxa de recópula das fêmeas. A taxa de recópula de fêmeas que acasalaram com machos virgens foi de 26% (9 de 35 fêmeas) e a das que acasalaram com machos experientes (já acasalados uma vez) foi de 28% (10 de 36 fêmeas), ($\chi^2 = 0,1$; g.l. = 1; $p = 0,75$).

Tabela 1. Latência para a cópula e de duração da cópula para machos virgens e acasalados de *Ceratitis capitata*. Os dados representam a mediana (min-max) dos tempos (minutos) de latência e duração da cópula em dois tipos de experimentos: com fêmeas individuais (FI) (n=17) e com fêmeas em grupo (FG) (n=6). Não houve diferença estatística entre acasalamentos com machos virgens e machos acasalados em nenhum dos tipos de experimentos (Teste Mann-Whitney, $p>0,05$).

	Latência para a cópula (min)		Duração da cópula (min)	
	FI	FG	FI	FG
Machos virgens	15 (07 - 50)	16,44 (14,08-38,01)	180 (150-197,4)	142,11 (129,03-153,27)
Machos acasalados	10 (7,5 - 24)	17,90 (15,03-32-4)	164 (142,5-178)	147,90 (138,21-156,14)
Teste Mann-Whitney	U = 120	U = 11	U = 100,5	U = 15
Valor de P	0,152	0,830	0,130	0,680

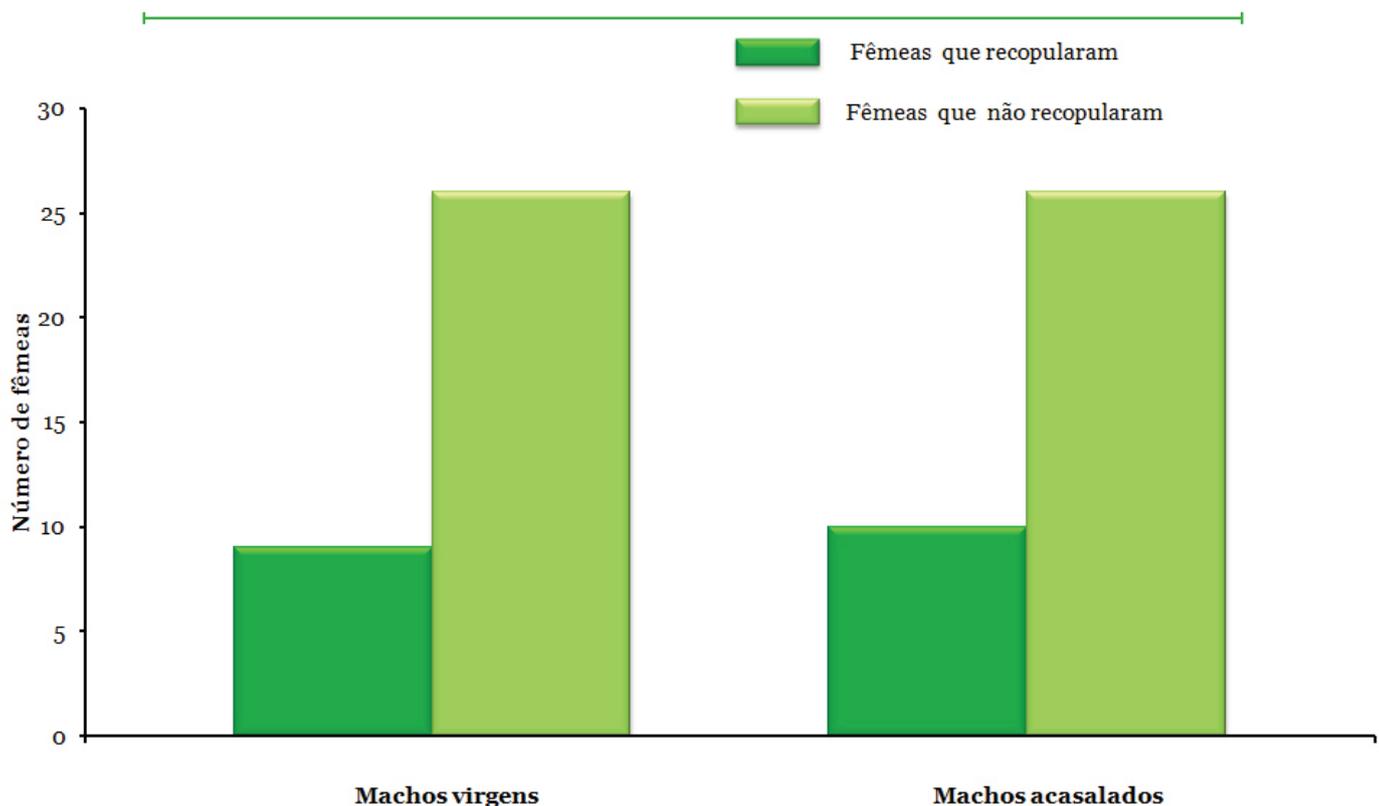


Figura 1. Número de fêmeas acasaladas com machos virgens ou acasalados que recopularam ou não. Teste do Qui quadrado ($\chi^2 = 0,1$, g.l. = 1, $p = 0,75$).

DISCUSSÃO

Neste trabalho não foi observada preferência da fêmea pelo *status* virgem ou acasalado do macho. Ao contrário do observado aqui, em outra espécie de moscas-das-frutas da família Tephritidae, *Anastrepha fraterculus* Wiedemann, as fêmeas preferiram acasalar com machos já acasalados (DE LIMA *et al.* 1994). TEAL *et al.* (2000) mostraram que em *A. suspensa*, machos acasalados tinham maior sucesso de acasalamento quando comparados aos virgens. Em outras ordens de insetos como no caso de *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Crambidae), os machos com experiência de acasalamento tiveram mais sucesso do que os virgens, entretanto, as fêmeas acasaladas com os virgens tiveram maior fecundidade, viveram mais e tiveram maior período de oviposição (MILONAS *et al.* 2011).

Algumas explicações podem ser sugeridas para a ausência de preferência das fêmeas por acasalar com machos virgens e acasalados aqui observada. Uma delas é que as fêmeas podem não reconhecer os diferentes tipos de machos pelo seu ritual de corte, uma vez que, em trabalhos anteriores constatou-se, por exemplo, que as fêmeas não tiveram habilidade em distinguir machos de diferentes idades (ANJOS-DUARTE *et al.* 2011); ou que eles realmente não difiram em qualidade. Outra possibilidade é que cada categoria de machos pode apresentar vantagens próprias para as fêmeas acasalarem com eles, o que contribuiria para uma diversidade de comportamento entre as próprias fêmeas. Acerca desta última explicação, alguns trabalhos mostram que benefícios diretos e indiretos podem influenciar a escolha da fêmea entre virgens e acasalados (MILONAS *et al.* 2011) e, segundo CENDRA *et al.* (2011), o critério de seleção da fêmea pode não ser óbvio. KING *et al.* (2005) sugerem que se os indivíduos já acasalados forem menos dispostos a acasalar, seria desvantajoso (gasto de tempo e energia) investir num acasalamento com eles, o que levaria a uma seleção dos virgens. Outro fator que contribuiria para tal seleção é a possível diminuição da quantidade de líquido espermático dos machos acasalados, devido aos vários acasalamentos. No trabalho de PEREZ-STAPLES *et al.* (2008), feito com *Anastrepha obliqua* Macquart, são apontados custos que as fêmeas enfrentam ao copular com machos já acasalados, como: receber ejaculado de baixa qualidade e assim diminuir a aptidão; além disso, essas fêmeas são mais propensas a recopular. Contudo, foi observado um ligeiro aumento no tempo de vida, quando as fêmeas tinham acasalado com os machos não virgens. Por outro lado, a experiência de acasalamento poderia indicar que aquele macho já teve sucesso (MILONAS *et al.* 2011). A possível redução no número de progênie, ligada à cópula com o macho acasalado, pode ser compensada pela melhor qualidade genética da descendência (SHELLY & WHITTIER 1993). Sendo assim, os diferentes *status* reprodutivos do macho apresentam vantagens e desvantagens para as fêmeas, o que pode estimular diferentes respostas por parte de diferentes fêmeas de uma população.

O tempo de latência e a duração de cópula não foram significativamente diferentes entre os machos de diferentes tipos, indicando desempenhos similares em relação às atividades de cópula. Sendo assim, nesse estudo, além das fêmeas não demonstrarem uma preferência em relação ao tipo de macho escolhido, eles também apresentaram desempenhos semelhantes quanto ao sucesso de acasalamento.

Com relação aos dois tipos de delineamento efetuados, fêmeas individuais e fêmeas em grupo, aparentemente parece haver uma diferença entre os resultados obtidos nos dois experimentos, apesar de nenhum deles ter registrado diferenças estatísticas na performance de machos virgens e acasalados. Nos testes com grupos de fêmeas houve um maior equilíbrio na escolha de machos virgens e acasalados, aproximadamente 50% de cada tipo foram escolhidos. Já quando a fêmea estava sozinha para escolher entre dois tipos de machos, uma grande parte delas preferiu acasalar com o macho virgem (72%). Estudos posteriores deverão investigar as causas dessa possível distinção

nos resultados dos experimentos com grupos de fêmeas e com fêmeas individuais, que podem estar relacionados tanto ao tipo de gaiola usada, quanto a influência de coespecíficos. Esse último aspecto tem respaldo em trabalhos anteriores como o de ANJOS-DUARTE *et al.* (2011) que sugere que a pressão da concorrência (na presença de muitos co-específicos) pode diminuir o rigor de escolha das fêmeas. Também, no trabalho de DAVIS *et al.* (2011) observou-se que o estímulo social de oviposição para *Rhagoletis juglandis* Cresson (Diptera, Tephritidae) esteve relacionado com o aumento da concorrência no ambiente.

A porcentagem de recópula observada no presente trabalho se assemelha, em parte, à porcentagem de recópula encontrada por COSTA *et al.* (2012) para machos de diferentes idades bem alimentados com proteína, que girou também em torno de 20%. Nesse mesmo artigo a porcentagem foi de 20 a 50% nos casos dos machos alimentados com baixo teor de proteínas. Porcentagens menores de recópula para fêmeas selvagens de *C. capitata* também foram encontradas quando a recópula foi analisada em diferentes dias após o primeiro acasalamento (0 a 13%) (KRAALJEVELD *et al.* 2004). Estudando machos férteis e estéreis, KRAALJEVELD & CHAPMAN (2004) observaram taxas de 47,9% (para os 2 acasalamentos com férteis), 81,8% (para o primeiro com estéril e segundo com fértil) e 9,5% (para os 2 acasalamentos com estéreis). Valores variando de próximo a 10% até em torno de 60% foram vistos por VERA *et al.* (2002), quando estudavam recópula no cenário de diferentes populações e densidades de moscas. A taxa de recópula aqui encontrada sugere que machos virgens e acasalados possuem a mesma capacidade de inibir a recópula da fêmea, não demonstrando vantagem de um tipo sobre o outro nesse quesito.

A receptividade em insetos é influenciada por diversos fatores (incluindo dieta, produção de ovos, controle endócrino e neural e fatores genéticos) e a fertilização é parcialmente controlada pelo comportamento da fêmea já que geralmente depende da receptividade das fêmeas (RINGO 1996). Entretanto, a receptividade da fêmea para acasalamentos posteriores, ou seja, recópula sofre influência de substâncias oriundas do macho. A mudança do comportamento de fêmeas virgens para acasaladas está associada às substâncias transferidas no acasalamento pelo macho (CHAPMAN *et al.* 1998), cujo fluido de suas glândulas acessórias afeta também a receptividade delas, embora a maneira e as variáveis envolvidas ainda não sejam totalmente compreendidas. (ROBINSON *et al.* 2002). A introdução desse fluido aumenta a preferência por odores de frutas hospedeiras em detrimento do feromônio do macho (JANG 2002).

Neste trabalho, os machos de diferentes *status* mostraram semelhante eficiência em inibir a recópula. É possível que a quantidade e a qualidade das substâncias transferidas no acasalamento não sejam muito diferentes no caso de machos virgens e acasalados de *C. capitata*, e por isso não tenha sido encontrada diferença significativa na inibição da recópula. Entretanto, para confirmar esse dado é necessário realizar a análise do material transferido. Além disso, no presente estudo, os machos acasalados que participaram dos experimentos, tinham acasalado apenas uma vez. É possível que a taxa de inibição de recópula seja alterada caso os machos considerados "acasalados" copulem várias vezes antes da realização dos experimentos; ou caso mude o intervalo dado entre a cópula e a recópula, pois pode ser necessário algum tempo para reposição de substâncias do macho que vão ser transferidas durante o acasalamento.

Os dados aqui obtidos sugerem que, assumindo-se que os machos estéreis apresentam a mesma biologia básica de machos não estéreis, na aplicação da TIE, machos que já acasalaram uma vez no campo podem continuar a ter a mesma eficiência que os virgens quanto ao sucesso de acasalamento e a capacidade de inibição de recópula das fêmeas. Do ponto de vista prático, isso pode auxiliar na estimativa da quantidade de machos que devem ser liberados no campo, levando-se em conta que um mesmo

macho pode ser apto a acasalar com sucesso com mais de uma fêmea.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Bahia (UFBA) pelo suporte de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- Aluja, M., M. Jácome & R. Macías-Ordóñez, 2001. Effect of adult nutrition on male sexual performance in four neotropical fruit fly species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Behavior*, 14: 759-775.
- Anjos-Duarte, C.S., A.M. Costa & I.S. Joachim-Bravo, 2011. Influence of female age on variation of mate choice behavior in Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Behavior*, 24: 11-21.
- Araujo, E.L. & R.A. Zucchi, 2003. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.), em Mossoró, RN. *Arquivos do Instituto Biológico*, 70: 73-77.
- Briceño, D., W. Eberhard & T. Shelly, 2007. Male courtship behavior in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) that have received aromatherapy with ginger root oil. *Florida Entomologist*, 90: 175-179.
- Carvalho, R.S., A.S. Nascimento & W.J.R. Mastrangelo, 1998. Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo. *Circular Técnica, Cruz das Almas, Embrapa, CNPMF*, 16p.
- Carvalho, R.S., A.S. Nascimento & W.J.R. Mastrangelo, 1999. Controle Biológico, p. 113-117. *In: Malavasi, A. & R.A. Zucchi (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora*, 327p.
- Cendra, P.G., G. Calcagno, L. Belluscio & J.C. Vilardi, 2011. Male courtship behavior of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, from an argentinean laboratory strain. *Journal of Insect Science*, 11:1-18.
- Chapman, T., T. Miyatake, T., H.K. Smith & L. Partridge, 1998. Interactions of mating, egg production and death rates in females of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Proceedings of the Royal Society of London*, 265: 1879-1894.
- Costa, A.M., C.S. Anjos-Duarte, A.K.P. Roriz, V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo, 2012. Male diet and age influence to inhibit female remating in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 13:456-463.
- Davis, J.M., C.R. Nufio & D.R. Papaj, 2011. Resource quality or competition: why increase resource acceptance in the presence of conspecifics? *Behavioral Ecology*, 22: 730-727.
- De Lima, I.S., P.E. Howse & L.A.B. Salles, 1994. Reproductive behaviour of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field studies. *Physiological Entomology*, 19: 271-277.
- Dukas, R., 2005. Experience improves courtship in male fruit flies. *Animal Behaviour*, 69:1203-1209.
- Eberhard, W., 1999. Sexual behavior and sexual selection in the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Dacinae: Ceratitidini), p. 460-483. *In: Aluja, M. & A. Norrbom (Eds.). Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. Boca Raton, CRC Press*, 881p.
- Fimiani, P., 1989. Mediterranean region, p. 39-50. *In: Robinson, A.S. & G.H.S. Hooper (Eds.). Fruit flies: their biology, natural enemies, and control. Amsterdam, Elsevier Science Publisher*, 372p.
- Gavriel, S., Y. Gazit & B. Yuval, 2009. Remating by female Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*, Diptera: Tephritidae): Temporal patterns and modulation by male condition. *Journal of Insect Physiology*, 55: 637-642.
- Hosken, D.J., O.Y. Martin, T. Chapman & D.J. Hodgson, 2009. Sexual conflict and reproductive isolation in flies. *Biology Letters*, 5: 697-699.
- Jang, E.B., 2002. Physiology of mating behavior in Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): chemoreception and male accessory gland fluids in female post-mating behavior. *Florida Entomologist*, 85: 89-93.
- Kapongo, J.P., P.G. Kevan & J.H. Giliomee, 2007. Control of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) with the parasitoid *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) in Vineyards. *Hortscience*, 42: 1400-1404.
- King, B.H., K.B. Saporito, J.H. Ellison & R.M. Bratzke, 2005. Unattractiveness of mated females to males in the parasitoid wasp *Spalangia endius*. *Behavior Ecology and Sociobiology*, 57: 350-356.
- Knipling, E.F., 1959. Sterile-male method of population control. *Science*, 130: 902-904.
- Kraaijeveld, K. & T. Chapman, 2004. Effects of male sterility on female remating in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *The Royal Society, Biology Letters* 271: 209-211.
- Kraaijeveld, K., B. Katsoyannos, M. Stavrinides, N.A. Kouloussis & T. Chapman, 2004. Remating in wild females of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Animal Behavior*, 69: 771-776.
- Lance, D.R., D.O. Mcinnis, P. Rendon & C.G. Jackson, 2000. Courtship among sterile and wild *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in field cages in Hawaii and Guatemala. *Annals of the Entomology Society of America*, 93: 1179-1185.
- Malavasi, A. & M.D. Barros, 1988. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (Tephritidae), p. 25-53. *In: Souza, H.M.L. (Ed.) Moscas-das-frutas no Brasil. Campinas, Fundação Cargill*, 114p.
- Milonas, P.G., S.F. Farrell & D.A. Andow, 2011. Experienced males have higher mating success than virgin males despite fitness costs to females. *Behavior Ecology of Sociobiology*, 65: 1249-1256.
- Miyatake, T., T. Chapman & L. Partridge, 1999. Mating-induced inhibition of remating in female Mediterranean fruit flies *Ceratitis capitata*. *Journal of Insect Physiology*, 45: 1021-1028.
- Mossinson, S. & B. Yuval, 2003. Regulation of sexual receptivity of female Mediterranean fruit flies: old hypotheses revisited and a new synthesis proposed. *Journal of Insect Physiology*, 49: 561-567.
- Perez-Staples, D., M. Aluja, R. Macías-Ordóñez & J. Sivinski, 2008. Reproductive trade-offs from mating with a successful male: the case of the tephritid fly *Anastrepha obliqua*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 1333-1340.
- R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.
- Ringo, J., 1996. Sexual receptivity in insects. *Annual Review of Entomology*, 41: 473-494.
- Robinson, A.S., J.P. Cayol & J. Hendrichs, 2002. Recent findings on medfly sexual behavior: implications for sit. *Florida Entomologist*, 85: 171-181.
- Shelly, T.E. & T.S. Whittier, 1993. Effect of sexual experience on the mating success of males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 32: 91-94.
- Silva-Neto, A.M.S., V.S. Dias & I.S. Joachim-Bravo, 2009. Escolha de parceiro para acasalamento em *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae): influência do envelhecimento dos machos no sucesso de cópula. *Neotropical Entomology*, 38: 571-577.
- Silva-Neto, A.M., T.R.O. Santos, V.S. Dias, I.S. Joachim-Bravo, L.J. Benevides, C.M.J. Benevides, M.V.L. Silva, D.C.C. Santos, J. Virgínio, G.B. Oliveira, J.M.M. Walder, B.A.J. Paranhos & A.S. Nascimento, 2012. Mass-rearing of Mediterranean fruit fly using low-cost yeast products produced in Brazil. *Scientia Agricola*, 69: 364-369.

- Souza, H.M.L. & S.R. Matioli, 1988. *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) como espécie colonizadora, p. 64-74. *In: Souza, H.M.L. (Ed.) Moscas-das-frutas no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 114p.
- Teal, P.E.A., Y. Gomez-Simuta & A.T. Proveaux, 2000. Mating experience and juvenile hormone enhance sexual signaling and mating in male Caribbean fruit flies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97: 3708 -3712.
- Vera, M.T., R.J. Wood, J.L. Cladera & A.S. Gilburn, 2002. Factors affecting female remating frequency in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 85: 156-164.
- Walder, J.M.M., 1999. Técnica do inseto estéril - controle genético, p. 151-158. *In: Malavasi, A. & R.A. Zucchi (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Yuval, B. & J. Hendrichs, 1999. Behavior of flies in the genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratitidini), p. 429-449. *In: Aluja, M. & A. Norrbom (Eds.). Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. Boca Raton, CRC Press, 881p.
- Zucchi, R.A., 1999. Taxonomia, p. 13-24. *In: Malavasi, A. & R.A. Zucchi (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- Zucoloto, F.S., 1987. Feeding habits of *Ceratitis capitata*: can larvae recognize a nutritional effective diet? *Journal of Insect Physiology*, 33: 349-353.

Recebido em: 01/05/2013

Aceito em: 17/01/2014

Como citar este artigo:

Santana, L.P. & I.S. Joachim-Bravo, 2014. Machos Virgens e Acasalados de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) Apresentam o mesmo Sucesso de Cópula e a mesma Capacidade de Inibição de Recópula das Fêmeas? *EntomoBrasilis*, 7 (2): 110-115.

Acessível em: [doi:10.12741/ebrasilis.v7i2.348](https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v7i2.348)

