

Alzira Kelly Passos Roriz

**Comparação do comportamento de corte entre machos de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Tephritidae: Ceratitidini) selvagens e Viena  
TSL08.**



Salvador  
2010

Alzira Kelly Passos Roriz

**Comparação do comportamento de corte entre machos de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Tephritidae: Ceratitidini) selvagens e Viena TSL08.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, para a obtenção de Título de Mestre em Ecologia e Biomonitoramento.  
Orientador(a): Dr<sup>a</sup> Iara Sordi Joachim  
Bravo

Salvador  
2010

**Sistema de Bibliotecas - UFBA**

Roriz, Alzira Kelly Passos.

Comparação do comportamento de corte entre machos de *Ceratitis capitata* Wiedemann (Tephritidae: Ceratitidini) selvagens e Viena TSL08 / Alzira Kelly Passos Roriz. - 2010.

42 f. : il.

Inclui anexos.

Orientadora: Profª Drª Iara Sordi Joachim Bravo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2010.

1. Mosca-das-frutas - Comportamento sexual. 2. Acasalamento de animais. 3. Mosca-das-frutas - Controle biológico. 4. Animais de laboratório - Criação. I. Bravo, Iara Sordi Joachim. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD - 595.774

CDU - 595.773.4

**Data da defesa: 09 de Junho de 2010**

**Banca examinadora**

---

**Orientadora: Drª. Iara Sordi Joachim Bravo**  
**Universidade Federal da Bahia**

---

**Dr. Hilton Ferreira Japyassu**  
**Universidade Federal da Bahia**

---

**Drª. Maria Aparecida Castellani**  
**Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**

---

**Suplente: Drª. Blandina F. Viana**  
**Universidade Federal da Bahia**

*Dedico esse trabalho a minha família:  
Paulo, Lu, James e Mony.*

## **EPÍGRAFE**

“Fazemos as nossas escolhas  
e nossas escolhas nos fazem...”

(Steve Beckman)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento da Universidade Federal da Bahia pela formação que me proporcionou. Agradeço a CAPES pela bolsa concedida. Agradeço ao Laboratório de Ecologia Nutricional de Insetos (LENI) que me acolheu e confiou em meu potencial. Agradeço Dr<sup>a</sup>. Beatriz Aguiar Jordão Paranhos da Embrapa Semiárido de Petrolina-Pe pelo fornecimento dos primeiros pupários para o estabelecimento da criação da linhagem Viena no LENI e pelo treinamento de 15 dias para a manutenção da criação. Agradeço a Biofábrica Mosamed Brasil por me auxiliar na permanência da criação fornecendo pupários quando solicitado. Agradeço imensamente a minha orientadora Iara Sordi Joachim Bravo que, sem dúvida, é muito mais que uma pesquisadora em minha vida. Obrigada pela sua confiança, dedicação, atenção, simplicidade, compreensão, sinceridade e acima de tudo pela sua amizade. Agradeço enormemente a equipe do LENI que proporcionou um ambiente de trabalho favorável, estimado e adorável. Neste ambiente compartilhamos momentos maravilhosos e amizades que levarei em meu coração por toda a vida. Obrigada Cristiane, Tatiane, Cyntia, Vanessa, Lenildes, Lúcia, Diogo, Jamile, e principalmente a Anne. Essa pequenininha foi a minha grande companheira desde a seleção do mestrado até hoje. Compartilhamos nossas alegrias, dúvidas, aprendizados, cansaços, tristezas, diversões, rotinas, trabalhos... Ela foi, sem dúvida, a amiga mais presente nestes anos do mestrado. Ficamos tão unidas neste período que o episódio mais comum era trocarmos nossos nomes e em alguns momentos até mesmo nos tornamos um só nome “Kellyanne”... A gente nem se importa mais... Rsrsrcs!!! Agradeço a secretária do Programa da Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Jussara, que sempre foi muito solícita e adorável. Agradeço a Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz-das-Almas- BA e a todos que ajudaram em minhas coletas de amêndoas. Obrigada a Thi Nilo; Laia; Cris e sua mãe Jailda; Fernanda; Jamile; Cyntia; e ao meu namorado Michel que foi meu grande companheiro nas coletas em Itaparica. Agradeço aos meus colegas do mestrado que fizeram as aulas serem muito mais apreciadas e produtivas. Aprendi muito com vocês e tenho um imenso carinho por cada um. Obrigada principalmente a Carlinha e Claris que abrilhantaram as aulas, a Gabriel, Anne, Dorinha e Lucas! Não posso deixar de agradecer a minha família que me apoiou em todos os sentidos na realização deste mestrado. Agradeço também aos meus “velhos” e eternos amigos da farofa, pelo apoio e por permanecerem presentes em minha vida. Agradeço as forças divinas por me possibilitarem estar participando de mais uma etapa dos meus ideais. E claro, agradeço aos indivíduos de *Ceratitis capitata* que literalmente deram a vida por esse trabalho.

## Índice

Texto de divulgação.....08

### Comparação do comportamento de corte entre machos de *Ceratitis capitata* Wiedemann

#### (Dacinae: Ceratitidini) selvagens e criados em laboratório.

<i>Abstract</i> .....	12
Resumo.....	13
1.0. Introdução.....	14
2.0. Material e Métodos .....	18
2.1- Obtenção e manutenção das populações.....	18
2.2 – Emissão feromônio.....	19
2.3 - Participação dos machos na formação do “Lek”,.....	19
2.4 - Avaliação das unidades comportamentais de corte,.....	20
2.5 – Escolha de parceiro.....	21
2.6 – Análises estatísticas.....	22
3.0. Resultados.....	23
4.0. Discussão.....	25
5.0. Referências.....	30
6.0 Figuras.....	37
7.0. Anexo.....	41

## TEXTO DE DIVULGAÇÃO

O conceito básico de seleção natural é que características favoráveis hereditárias tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos, e que características desfavoráveis tornam-se menos comuns (Krebs & Davies, 1996). Já a seleção sexual é um mecanismo da seleção natural pelo qual características relacionadas ao sucesso de acasalamento são privilegiadas (Anderson, 1994; Krebs & Davies, 1996). Esta pode atuar de duas maneiras. Uma delas é a seleção intra-sexual, que favorece a capacidade dos indivíduos de um dos sexos para competir pelas fertilizações, privilegiando aqueles que são supostamente mais aptos para lutar e vencer os outros machos pela conquista das parceiras; a outra é a seleção inter-sexual, que favorece características em um dos sexos que atraem o outro (Alcock & Gwynne, 1991). A seleção sexual muitas vezes resulta em rápida evolução de traços comportamentais, sendo que a herdabilidade de caracteres selecionados, plasticidade fenotípica e assimilação genética podem estar atuando nessa seleção (Waddington, 1953; Andersson, 1994). A ecologia comportamental é um tipo de abordagem que revela as bases ecológicas e evolutivas dos comportamentos, demonstrando experimentalmente a ação de um determinado ato sobre o valor adaptativo de um indivíduo (Del-Claro, 2004). A *Ceratitis capitata* Wiedemann, oferece uma oportunidade incomum para analisar estas questões no âmbito da seleção artificial em criação de laboratório. Essas moscas são conhecidas em todo o mundo por serem pragas de inúmeras espécies de frutos e sua colonização tem servindo a vários propósitos que vão desde pesquisa básica até extensos programas de controle, como por exemplo, a técnica do inseto estéril (TIE). Por conseguinte, essa espécie tem sido mantida em cativeiro por muitas gerações em condições que diferem drasticamente daquelas da natureza. Neste ambiente os machos mais aptos a lidar com as condições em cativeiro foram favorecidos (Briceño & Eberhard, 1998). Essa espécie apresenta um sistema de acasalamento em “lek” (Arita & Kaneshiro, 1989) onde machos delimitam território e liberam feromônio (Briceño et al., 1997; Briceño & Eberhard, 2000). As fêmeas discriminam entre os machos do “lek” e rejeitam a maioria das manifestações de corte (Whittier & Kaneshiro, 1995) conduzindo a uma cópula diferencial com machos bem sucedidos. Deste modo, o macho deve desenvolver uma corte eficiente para que ele seja escolhido pela fêmea. As descrições das unidades comportamentais permitem conclusões a respeito de sinais que favoreçam a seleção do macho para acasalamento. Este trabalho teve como objetivo comparar o comportamento de corte e sucesso de acasalamento entre linhagens de machos selvagens e Viena TSL08 de *C. capitata*, perante fêmeas selvagens, visando à aplicação na TIE. Neste intuito foi considerada a participação dos machos nos leks; o tempo da emissão de feromônio; “tempo” e “frequência” de execução das unidades comportamentais de corte; e a preferência de acasalamento das fêmeas. Os resultados evidenciaram uma dissimilaridade entre as populações analisadas quanto a execução da corte tanto na frequência quanto no tempo de cada unidade comportamental. O “tempo de corte”, a frequência da



“vibração contínua durante o alinhamento” e do “zumbido” foram as unidades comportamentais que mais contribuíram para a similaridade dentro de cada grupo. As cortes dos machos Viena foram realizadas de modo mais lento, além de terem apresentado um tempo de latência de corte maior. A frequência na execução das unidades zumbido e rotação da cabeça (LLz e RRv) na estirpe selvagem foram mais repetitivas. De um modo geral, os machos selvagens utilizados neste trabalho se comportaram de modo mais ativo, rápido, e participativo na conquista da fêmea do que os machos Viena. Pode-se concluir que as pressões seletivas em ambientes artificiais favoreceram a discrepância entre os comportamentos das linhagens estudadas diminuindo a competitividade dos machos Viena TSL08 perante os selvagens.

Veículo para qual o artigo será submetido:

Revista: *Entomologia Experimentalis et Applicata*

Comparação do comportamento de corte entre machos de  
*Ceratitis capitata* Wiedemann (Tephritidae: Ceratitidini) selvagens  
e Viena TSL08.

Alzira Kelly Passos Roriz<sup>12</sup>; Iara Sordi Joachim-Bravo.<sup>13</sup>

(1) Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia geral. R. Barão do Geremoabo s/n, campus Universitário de Ondina, Salvador, BA. 40170-290. CEP:40.170-290

Tel: (71) 3283-6545.

(2) [kellyroriz@gmail.com](mailto:kellyroriz@gmail.com)

(3) [ibravo@ufba.com](mailto:ibravo@ufba.com)

**ABSTRACT:** To aid in improving the success of the sterile insect technique using *Ceratitis capitata* Wiedemann 1824, we compared the courting behaviors and copulation success of two insect lines (one wild-type and another maintained in bio-production facilities) exposed to wild-type females. The following parameters of the males were evaluated: courting behavior, participation in the formation of leks and duration of pheromone calling, as well as the mating preferences of the females. The courting behavior of the males of both populations were filmed and those that resulted in successful copulations were analyzed in terms of the durations and frequencies of execution of the following behavioral events: (1) continuous wing vibration before alignment, (2) continuous wing vibration during alignment, (3) wing buzzing, (4) head rocking/dorso-ventral during continuous wing vibration (DVV), (5) head rocking/deflections during continuous wing vibration (DeV), (6) head rocking/dorso-ventral during wing buzzing (DVB), (7) head rocking/deflections during wing buzzing (DeB). The frequencies of successful matings and the durations the “total courting time” were also considered in these analyses. There were differences in the execution of courting among the two populations in terms of both the frequencies and the durations of the behavioral events examined. The “total courting time” and the frequencies of “continuous wing vibration during alignment” and “wing buzzing” contributed most to the similarities in each groups. The wild-type males demonstrated lesser duration times of courting and courting latency, greater frequencies of wing buzzing and head-rocking (DeB and DVV), greater participation in lek formation, and greater mating success. Our results demonstrated that the laboratory-raised males had less agility in comparison to wild-type males, with the latter demonstrating more repetitive courting (although this courting was performed more rapidly). It is suggested that selective pressures in the artificial environment have contributed to the observed differences in the behavior of the laboratory line of flies, diminishing their competitiveness in relation to the wild-type males.

**KEYWORDS:** Courtship, sexual Selection, medfly, mass reared, sterile insect technique.

RESUMO: Comparou-se o comportamento de corte e o sucesso de acasalamento de machos de *Ceratitis capitata* Wiedemann 1824 (Tephritidae: Ceratitidini) entre linhagens selvagens e Viena TSL08, perante fêmeas selvagens, visando à aplicação na TIE. Avaliou-se os seguintes parâmetros dos machos: a participação nas formações de “leks”; tempo de emissão de feromônio; análise do tempo e frequência das unidades comportamentais de corte; e preferência de acasalamento das fêmeas. As cortes dos machos de ambas as populações foram filmadas e as que resultaram em sucesso de cópula foram analisadas quanto ao tempo e frequência de execução das unidades comportamentais: (1) vibração contínua antes do alinhamento; (2) vibração contínua durante o alinhamento; (3) zumbido; (4) rotações rápidas da cabeça (“dorso ventral”) durante vibração contínua (RRv); (5) rotações rápidas da cabeça (“deflexões”) durante vibração contínua (LLv); (6) rotações rápidas da cabeça (“dorso ventral”) durante zumbido (RRz); (7) rotações rápidas da cabeça (“deflexões”) durante zumbido (LLz). Também foi considerado na análise da frequência o sucesso de acasalamento e na avaliação do tempo o “tempo total da corte”. Houve dissimilaridades na execução da corte entre as duas populações, tanto na frequência quanto no tempo das unidades comportamentais. O “tempo total da corte”, a frequência da “vibração contínua durante o alinhamento” e do “zumbido” foram as que mais contribuíram para a similaridade dentro de cada grupo. Os machos selvagens apresentaram menores tempos de duração da corte e de latência para a corte, maior frequência na execução do zumbido e da rotação da cabeça (LLz e RRv), maior participação na formação de lek e maior sucesso de acasalamento. Os resultados mostraram uma menor agilidade dos machos de laboratório em comparação aos selvagens, os quais realizaram uma corte mais repetitiva, porém executada com maior rapidez. Sugere-se que as pressões seletivas dos ambientes artificiais podem ter contribuído para a discrepância do comportamento da linhagem de laboratório diminuindo a sua competitividade perante os selvagens.

PALAVRAS CHAVES: Comportamento de corte, seleção sexual, moscas das frutas, criação em laboratório, técnica do inseto estéril.

## 1.0- INTRODUÇÃO

A ecologia comportamental revela bases evolutivas e ecológicas do comportamento, evidenciando experimentalmente a ação de um ato sobre o valor adaptativo do indivíduo (Del-Claro, 2004). Esse valor adaptativo quando vantajoso é mantido na população pelo processo da seleção natural e seleção sexual (Krebs & Davies, 1996). A seleção natural é o resultado da sobrevivência e da capacidade reprodutiva diferencial dos indivíduos (Purves et al., 2005). Já a seleção sexual depende, não da luta pela existência, mas da competição intrasexual pelo sexo oposto, sendo que, a consequência é o sucesso ou insucesso reprodutivo (Krebs & Davies, 1996; Andersson, 1994; Alcock & Gwynne, 1991). Além disso, a seleção sexual resulta rapidamente em evolução de traços comportamentais, que por sua vez dependem da herdabilidade de caracteres selecionados, da plasticidade fenotípica e assimilações genéticas (Andersson, 1994).

Alterações no comportamento de corte entre populações selvagens e linhagens de laboratório de uma mesma espécie de animal podem ocorrer devido a pressões seletivas distintas as quais essas populações foram submetidas. As criações em laboratório devem ocorrer de modo que as características ecológicas, comportamentais e genéticas não diverjam significativamente daqueles da natureza (Boller & Chambers, 1977). Apesar disso, trabalhos têm demonstrado que tais características modificam-se, às vezes de forma deletéria, quando populações são estabelecidas em laboratório (Joachim-Bravo & Zucoloto, 1998; Liedo & Carey, 1994). Com o tempo, populações de laboratório podem tornar-se incapazes de se adaptar a condições naturais e até mesmo tornar-se diferenciadas reprodutivamente das populações selvagens (Rössler, 1975).

A mosca-das-frutas da família Tephritidae, *Ceratitis capitata* Wiedemann, oferece uma oportunidade incomum para analisar questões no âmbito da seleção artificial em criações de laboratório. Essa espécie é conhecida em todo o mundo por ser uma praga de inúmeras espécies de frutos e vegetais de interesse econômico e acarretar enormes prejuízos a fruticultura mundial (Metcalf, 1995; Malavasi et al., 2000).

Possui uma ampla diversidade de hospedeiros e causa sérios danos aos frutos pelo seu comportamento de oviposição. Essas moscas têm sido mantidas em cativeiro por muitas gerações em condições que diferem daquelas em estado selvagem (Cayol, 2000). Uma destas diferenças é o ambiente super-adensado em que a linhagem de laboratório é mantida. Nestas condições, mais da metade de todas as cortes são interrompidas por outras moscas (Briceño et al., 1996), de modo que, poderia ser vantajoso para os machos executar sequências de corte encurtadas sob condições adensadas. Comparar o comportamento de moscas criadas em massa com o de moscas de populações selvagens, pode ser um teste efetivo para testar o comportamento de corte alterado devido a pressões seletivas distintas (Briceño & Eberhard, 1998). Algumas pesquisas já foram realizadas neste sentido (Briceño & Eberhard, 1998; Briceño & Eberhard, 2002; Calcagno et al., 2002; Cayol et al., 2002; Perreira et al., 2007), porém nenhuma destas analisou o comportamento de corte usando modelo multivariado. Este modelo traz grande vantagem por reduzir um grande número de variáveis a poucas dimensões com o mínimo de perda de informações, permitindo a detecção dos principais padrões de similaridade ou de correlação entre as variáveis (Quinn & Keough, 2002). Neste trabalho as unidades comportamentais de corte compõem a grandeza multivariada a ser reduzida.

A corte de *C. capitata* ocorre na natureza em dois contextos diferentes: em “leks” onde geralmente cada macho ocupa a parte inferior de uma folha; e perto de locais de oviposição, quando várias moscas podem estar presentes em uma única fruta (Prokopy & Hendrichs, 1979; Hendrichs & Hendrichs, 1990; Whittier et al. 1992, 1994 ). “Lek” é um sistema poligínico, onde os machos se agregam e delimitam um território para a atração das fêmeas sem defesa de recursos (Alcock, 2005). Os “leks” em *C. capitata* contêm entre 2 a 10 machos (Arita & Kaneshiro, 1989) e geralmente ocorrem sob as folhas de árvores, onde machos delimitam território e liberam um feromônio sexual, para atrair a fêmea, através da elevação da parte posterior de seu abdome e eversão da porção membranosa de seu epitélio retal (Feron, 1962; Arita & Kaneshiro, 1989; Liimatainen, 1997; Calcagno et al., 1999a; Briceño & Eberhard, 2000a). A emissão de feromônio sexual é de suma importância nesta espécie, uma vez que este é essencial para a atração das fêmeas a estas agregações de machos (Alcock, 2005). Os leks tendem a serem formados nos pontos mais altos da planta

devido a uma maior disponibilidade de luz (Eberhard, 2000), após a chegada da fêmea, o macho inicia o processo de corte (Feron, 1962).

As fêmeas discriminam entre os machos do “lek” e rejeitam a maioria das manifestações de corte (Whittier & Kaneshiro, 1995) conduzindo a uma cópula diferencial com machos mais bem sucedidos. O fato de se acreditar que o sucesso da cópula é altamente variável entre os machos que formam “leks”, tem direcionado a visão predominante de que a escolha do parceiro é importante para a seleção sexual em tais sistemas de acasalamento (Whittier et al., 1994). Por isso, existe a necessidade de se estabelecer correlações entre o sucesso de acasalamento do macho ou a preferência da fêmea e as exibições sexuais dos machos (Krebs & Davies, 1996).

O macho deve desenvolver uma corte eficiente para que ele seja escolhido pela fêmea. As informações essenciais, transmitidas durante a corte, são o sexo e a espécie do executante, sendo que esses sinais transmitidos são tão específicos que representam uma barreira para o cruzamento entre espécies (Krebs & Davies, 1996). A corte do macho de *C. capitata* começa quando uma fêmea se aproxima de um macho, e inclui os seguintes passos do comportamento (Feron, 1962): (1) emissão de feromônio pela eversão da porção membranosa de seu epitélio retal (Liimatainen, 1997; Calcagno et al., 1999a; Briceño & Eberhard, 2000a; Briceño et al., 2002); (2) vibração contínua da asa, executada frequentemente quando o macho alinha-se com a fêmea (alinhamento); (3) zumbido da asa, durante a qual as asas são movidas ritmicamente para a frente e para trás; (4) rotações rápidas da cabeça. Existem três movimentos de rotação da cabeça: (a) dorso-ventral; (b) lateral e (c) deflexões (Briceno et al., 1996).

Além desses passos mencionados, o macho se aproxima da fêmea com seu segundo par de cerdas fronto-orbital e toca nas antenas da fêmea (Arita & Kaneshiro, 1985). Após ter cortejado a fêmea, o macho pula sobre esta para realizar a cópula. (Briceño et al., 1996). Frequentemente a fêmea desaloja o macho depois dele ter montado nela (Feron, 1962; Kaneshiro, 1991). Testes dos padrões do comportamento do



macho, e as transições apropriadas de um tipo de comportamento de corte para o outro, podem ter efeitos importantes no sucesso de cópula dos mesmos (Briceño et al., 1996; Briceño et al., 2007a).

O estudo desses aspectos do comportamento é de grande interesse para se obter dados sobre o comportamento reprodutivo de *C. capitata* que forneçam subsídios teóricos para a melhor compreensão dos fatores que influenciam o sucesso reprodutivo dessa espécie. Estudos básicos e aplicados relativos à *C. capitata* são importantes também para auxiliar o aprimoramento de técnicas de manejo e de controle desses insetos, como a técnica do inseto estéril (TIE). Ela consiste na liberação de um grande contingente de machos estéreis na natureza, para que eles copulem com as fêmeas selvagens tornando os ovos destas inviáveis, diminuindo os níveis populacionais desta população geração a geração (Briceño *et al.*, 2007).

Essa técnica utiliza machos de linhagens específicas de laboratório, os quais são maciçamente produzidos, aos milhões por semana, em biofábricas (Hendrichs *et al.*, 1995). Entretanto, o sucesso desse método de manejo populacional requer consideráveis interações entre populações selvagens e linhagens criadas em laboratório. Ambas passam por processos de adaptação aos seus respectivos ambiente. Na natureza, a população de *Ceratitidis capitata* enfrenta, por exemplo, um ambiente com pressão de predação, ao passo que em ambientes de laboratório essa pressão é nula (Hendrichs et al., 1993; Cayol, 2000; Hendrichs et al., 2007). Durante uma nova colonização de populações selvagens de *Ceratitidis capitata* em ambientes artificiais, seus traços comportamentais e história de vida são moldados pelo processo de aclimatação, seleção artificial e domesticação (Cayol, 2000). Uma história de vida observada é resultado de forças evolutivas de longo prazo, mas também de respostas mais imediatas de um organismo ao ambiente no qual estar vivendo (Begon et al., 2007). Por conseguinte, a linhagem de laboratório muitas vezes apresenta traços comportamentais e fisiológicos que divergem das exigidas para o sucesso das populações selvagens (Boller & Calkins, 1984; Briceño & Eberhard, 1998; Cayol, 2000).

Este trabalho teve como objetivo comparar o comportamento de corte e sucesso de acasalamento entre uma linhagem de *C. capitata* criada em laboratório (Viena TSL08) por diversas gerações e uma população selvagem, perante fêmeas selvagens, avaliando os seguintes parâmetros dos machos: a participação nas formações de “leks”; tempo de emissão de feromônio para atrair a fêmea; análise da frequência e do tempo das unidades comportamentais de corte; e sucesso de cópula.

## **2.0- MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1- Obtenção e manutenção das populações.**

Foram utilizadas nos experimentos duas linhagens de *C. capitata*: uma mantida em laboratório (Viena TSL 08) e outra selvagem obtida de frutos infestados.

A Viena TSL08 é uma linhagem termo sensível, geneticamente modificada (Viena TSL 08) oriunda da Biofábrica Moscamed Brasil e está mantida no biotério do Laboratório de Ecologia Nutricional de Insetos (LENI) do Departamento de Biologia Geral do Instituto de Biologia da UFBA, seguindo a metodologia aplicada na Biofábrica Moscamed Brasil. Os adultos foram mantidos em gaiolas de armação de metal (20X20X20cm) revestidas de tule com um fundo de folha galvanizada, sendo que, em uma das laterais, há uma abertura para introdução das moscas. Estes foram alimentados com água e uma dieta artificial contendo 10g de extrato de levedura (nome fantasia – Biones, Biorigin, Indústria Brasileira) e 30g açúcar refinado (União, União de Refinadores do Brasil). Os imaturos foram criados em uma dieta artificial contendo 99 g de bagaço de cana-de-açúcar, 64,98 g de farinha de trigo (Vitao, Vitao Industria Brasileira), 29,9 g de germe de trigo (Jasmine), 99 g de lêvedo (Mãe-Terra, Mãe-Terra Produtos Naturais Ltda.), 119,9 g de açúcar (União, União de Refinadores do Brasil), 0,299g de tetraciclina (Tetramed, Medquímica), 2,99 g de benzoato (Isofar) e 573,8 ml de água destilada.

As gaiolas das criações dos adultos de laboratório foram mantidas em ambiente controlado com temperatura de aproximadamente 23°C, umidade de 65% e iluminação fluorescente com fotofase de 12 horas para estimular a oviposição. Como a postura das fêmeas de *C. capitata* foi feita diretamente no tecido poroso que reveste a gaiola, esta foi colocada sobre uma bandeja contendo água, onde os ovos postos caíam e posteriormente eram coletados. Os machos Viena utilizados nos experimentos com 5 dias de idade foram mantidos separados em gaiola plástica (16x11x10cm) providos com comida (3 : 1 mistura de proteína e açúcar) e água.

Os imaturos selvagens de *C. capitata* foram coletados em frutos de amendoiras (*Terminalia catapa*) infestados da ilha de Itaparica e região metropolitana de Salvador. Após emergência, a população selvagem adulta foi mantida no LENI sob as mesmas condições da população de laboratório, até atingirem a maturidade sexual necessária para serem usados nos experimentos (10-12 dias: definida com testes prévios). Os adultos foram alimentados com água e a mesma dieta oferecida à linhagem Viena.

Visando a aplicação da SIT, em todos os experimentos foram utilizadas fêmeas virgens selvagens maduras sexualmente com 10-12 dias de idade. A maturidade sexual dos machos e das fêmeas foram definidas de acordo com testes prévios.

## **2.2 - Avaliação das unidades comportamentais de corte.**

Para avaliação das unidades comportamentais de corte foram realizadas filmagens utilizando equipamento de registro simultâneo de imagem em caixas de vidro (0,09 x 0,09 x 0,07m) com um orifício lateral, dispostas sobre uma mesa, com iluminação artificial nas laterais da caixa. Uma folha de pitanga (*Eugenia flora*) foi fixada na parte superior da caixa para simular um ambiente natural de corte onde um casal (macho viena ou selvagem com uma fêmea selvagem) foi filmado. As filmagens foram realizadas por quatro câmeras Tec voz, com 30 frames por segundo registradas pelo programa Geeovision Gv800 multcam surveillance sistem versão 8 2006 em uma sala com temperatura de 24° C,

60% umidade e 1.576 lux. Os registros das imagens foram realizados por um tempo de 30mim por réplica e posteriormente através da análise de uma corte completa por vídeo obteve-se a duração (tempo) de cada comportamento avaliado e o número de vezes que o macho executou cada unidade comportamental de corte (frequência). As unidades comportamentais de cortes analisadas foram: (1) vibração contínua antes do alinhamento; (2) vibração contínua durante o alinhamento; (3) zumbido; (4) rotações rápidas da cabeça do tipo “dorso ventral” durante vibração contínua (RRv); (5) rotações rápidas da cabeça do tipo “deflexões” durante vibração contínua (LLv) (6) rotações rápidas da cabeça do tipo “dorso ventral” durante zumbido (RRz), (7) rotações rápidas da cabeça do tipo “deflexões” durante zumbido (LLz). Além destas, na avaliação da frequência foi considerado o sucesso de acasalamento e na avaliação do tempo de execução foi considerado o “tempo de corte”. Nesta análise apenas foram consideradas cortes com sucesso, definidas como aquelas em que o macho montou a fêmea na tentativa de inseminá-la (Briceño & Eberhard, 1998). Para essa avaliação, foi empregado uma análise multivariada ANOSIM,  $\alpha = 5\%$  com correção de Bonferroni. Todas as observações foram feitas pela manhã e foram realizadas 30 réplicas para cada população estudada.

### **2.3 - Participação dos machos na formação do “Lek”**

Nos testes de formação de “lek” foi empregada uma gaiola (0,68x0,68x0,90m) de PVC revestida com tela e com abertura lateral para a entrada dos braços e cabeça do observador. A gaiola foi disposta sobre uma bancada, na qual foi acondicionada uma pequena árvore de Pitanga (*Eugenia uniflora L.*) envasada, com aproximadamente 60 cm de altura e 40cm de raio de copa e com frutos de acerola (*Malpighia emarginata*) dispostos nas extremidades. Esse experimento foi realizado a uma temperatura de 25°C, 65% de umidade e 1200-1500 lux.

Grupos de vinte machos (dez de cada população), previamente marcados com tinta atóxica com cores diferentes, foram liberados na gaiola de laboratório juntamente com cinco fêmeas selvagens e observados, atenciosamente e ininterruptamente, quanto à formação de “lek”. Quando visualizado um

“lek”, agrupamento de pelo menos dois machos na face abacial de folhas próxima (Arita & Kaneshiro, 1985), foi mensurado um tempo (chegada da fêmea a esta formação) e após esse período os machos pertencentes a essa formação foram coletados por meio de um tubo de ensaio para posterior identificação. Quantificou-se o número de machos de cada linhagem em cada lek e obteve-se uma média por gaiola. As observações foram feitas pela manhã por um período máximo de 1h, sendo cada teste realizado independentemente, com um total de 10 réplicas cada. Empregou-se o teste T com  $\alpha= 5\%$  para a análise estatística.

## **2.4 – Emissão feromônio**

A emissão de feromônio observada referiu-se a visualização de uma gota deste, pela eversão da porção membranosa do epitélio retal do macho (Liimatainen, 1997). Esse registro foi realizado de modo presencial, sendo o tempo mensurado através de um cronômetro parcial. Caixas de vidro (0,09 x 0,09 x 0,07m) com um orifício lateral foram dispostas sobre uma bancada com iluminação artificial nas laterais da caixa, onde um casal (macho selvagem ou Viena com fêmea selvagem) foi monitorado separadamente por um tempo de 30 mim. Uma folha de pitanga (*Eugenia flora*) foi fixada na parte superior da caixa para simular um ambiente natural de corte. Foram contabilizados: o tempo que levou para o macho iniciar a emissão – “tempo de latência da emissão” e o tempo de duração da emissão até a chegada da fêmea a este macho – “tempo de duração da emissão”, a partir do qual o macho passa a executar a corte. O parâmetro “tempo de duração da emissão” foi analisado pelo teste T com correção de Welch e o “tempo de latência da emissão” pelo teste não paramétrico Mann-Whitney. Empregou-se o  $\alpha= 5\%$  com correção de Bonferroni. Todos os experimentos foram feitos pela manhã com 30 réplicas cada.

## 2.5 – Escolha de parceiro

Este experimento foi realizado em uma gaiola plástica (9x11x9 cm), onde foram liberados dois machos, um de cada população, e uma fêmea selvagem. As moscas tiveram livre acesso a água e os machos foram previamente marcados do mesmo modo mencionado acima. O período de observação da ocorrência de acasalamentos foi das 8:00h às 13:00h, foram realizadas 50 réplicas em uma ambiente com temperatura de 25°C, 54% umidade e 1.596 lux. Para avaliação da preferência de acasalamento da fêmea foi empregado o Chi-square com correção de Yates.

## 2.6- Tamanho dos machos

Ao final dos experimentos os machos foram fixados em álcool a 70%, para medição do tamanho da asa direita (distância entre a nervura Radial 4+ radial 5 a mediana-cubital), como estimativa do tamanho do corpo (Zucoloto, 1987). Estas medidas foram feitas com auxílio de um estereomicroscópio munido de ocular micrométrica com conversão de 0,5 mm em um aumento de 20 vezes. Os machos de ambas as populações não diferiram quanto ao tamanho do corpo, estimado pelo comprimento da asa (selvagem -  $\mu=2,8$  mm;  $\sigma= 0,10$  e Viena -  $\mu= 2,8$  mm;  $\sigma= 0,07$ ; Teste t,  $p=0,8$ ).

## 2.7 – Análises estatísticas

O teste T não pareado, o Mann-Whitney e o Chi-square (Callegari-Jacques, 2003) foram aplicados com o auxílio do programa GraphPad InStat version 3.00 pelo Windows 98, GraphPad Software, San Diego California USA. Todos os dados foram submetidos a um teste de normalidade de Kolmogorov e Smirnov e após a aplicação deste teste, foi analisado a homocedasticidade utilizando o teste de Bartlett.

O programa utilizado para a realização das análises do ANOSIM (Quinn & Keough, 2002) com 999 permutações foi o *Plymouth Routines in Multivariate Research* (PRIMER) v5 software. A escolha deste método foi em virtude do mesmo ser um teste multivariado não paramétrico que dispensa normalidade e homocedasticidade dos dados. Para detectar a similaridade na matriz das unidades comportamentais, foi

utilizada o *Non metric multidimensional scaling* (nMDS). Para isso, foi utilizado o coeficiente de Bray-Curtis a fim de calcular as medidas de distância e 999 pontos de partida. Para examinar a contribuição de cada unidade comportamental na similaridade e dissimilaridade dentro e entre as populações, respectivamente, foi empregado a análise de SIMPER e foram consideradas unidades comportamentais que contribuíram cumulativamente em até 70% do total.

### 3.0 – RESULTADOS

A partir da matriz de avaliação do tempo de execução das unidades comportamentais, foram extraídos dois eixos com 10% de stress no nMDS (Figura 1A). Os agrupamentos distintos formados foram explicados pelo ANOSIM que apresentou diferença significativa para o modelo ( $p=0,001$ ;  $R=0,13$ ). Na análise do SIMPER o “tempo de corte” foi a unidade que mais contribuiu para a similaridade dentro do grupo selvagem ou Viena (45% e 56% respectivamente) seguido pelo zumbido (21% e 20% respectivamente) e “vibração contínua durante alinhamento” (17,3% e 16% respectivamente). Já a dissimilaridade entre as populações foi contribuída pelo “tempo de corte” (34%), vibração contínua durante alinhamento” (20%), zumbido (15%). Os machos da população Viena tiveram um tempo maior na execução da vibração contínua antes do alinhamento, rotação da cabeça do tipo “dorso ventral” durante o zumbido (RRz) e além disso, estes apresentaram “tempo de corte” maior do que os machos selvagens (ver Quadro 1).

Para a matriz de avaliação da frequência de execução das unidades comportamentais, foram extraídos dois eixos com 10% de stress no nMDS (Figura 1B). Os agrupamentos distintos formados foram explicados pelo ANOSIM que apresentou diferença significativa para o modelo ( $p=0,001$ ;  $R=0,19$ ). Os machos do grupo selvagens tiveram uma maior frequência na execução do zumbido e da rotação da cabeça durante o zumbido (LLz) e na vibração contínua (RRv). Já os machos Viena executaram uma maior frequência na vibração contínua antes do alinhamento (VnA) (ver Quadro 2).

O resultado do SIMPER revelou que a similaridade dentro do grupo selvagem assim como no grupo Viena teve maior contribuição da unidade “vibração contínua durante o alinhamento” (40% para cada grupo) e do zumbido (33,7% e 36,73% respectivamente). Já a dissimilaridade entre os grupos Viena e selvagem foi atribuída a “vibração contínua durante o alinhamento (31%), “vibração contínua antes do alinhamento” (24,3%) e ao zumbido intermitente (20,9%).

Nesta análise do nMDS é possível observar que os machos de cada população, de um modo geral, estão agregados, ou seja as réplicas estão mais próximas (em termo de similaridade) dentro do grupo do que entre os mesmos (Figura 1 A e B).

Nas formações de lek observadas ocorreu uma maior participação de machos selvagens nas agregações (Figura 2), sendo que o número médio de leks por réplica correspondeu a doze. Estes se concentraram na região mais alta da planta com maior incidência de luz, entretanto, os machos Viena tendiam a prevalecer na parte mediana para inferior da mesma e algumas vezes emitiam feromônio isoladamente. Além disso, foi observado disputas entre os machos independente da linhagem originada, no qual um empurrava a cabeça do outro até que apenas um destes permanecia na folha. Alguns machos se agregavam, mas não emitiam feromônio e nas agregações com emissão existia uma alta rotatividade de machos entrando e saindo da formação até a prevalescência de alguns membros.

Apesar dessa menor participação dos machos Viena nas formações de leks, não houve diferença significativa no “tempo de duração” da emissão de feromônio dos mesmos ( $\mu= 4,5$  min;  $\sigma= 5,7$ ) com relação aos machos selvagens ( $\mu= 3,5$  min;  $\sigma= 3,4$ ; Teste t;  $p=0,39$ ) (Figura 3). Porém, para a obtenção do número de réplicas estipulado, foi necessário montar 21 réplicas a mais da população Viena, porque estes, apesar de estarem maduros sexualmente, não realizaram a emissão de feromônio no tempo mensurado. A análise do “tempo de latência para a emissão de feromônio” pelo macho revelou



significância extremas, sendo que os machos Viena ( $\mu = 7,42\text{min}$ ;  $\sigma = 7,5$ ) exibiram uma latência maior do que os selvagens ( $\mu = 2,8\text{ min}$ ;  $\sigma = 4,5$ ; Mann Whitney  $p=0,0009$ ) (Figura 3).

No experimento de escolha de parceiro houve uma escolha significativa das fêmeas por machos selvagens (30 cópulas) em detrimento dos criados em laboratório (20 cópulas) (Chi-square com correção de Yates:  $\chi^2 = 4,5$ ,  $df=1$ ,  $p=0,0339$ ).

#### 4.0 – DISCUSSÃO

Os resultados aqui obtidos evidenciaram que alguns traços comportamentais de corte de *Ceratitis capitata* criadas em laboratório seguem a tendência teórica de divergirem em relação à população natural. As diferenças entre os comportamentos das populações Viena e selvagem se caracterizaram principalmente pelo “tempo de corte”, pela frequência da “vibração contínua durante o alinhamento” e do “zumbido”, sendo bem particulares para cada grupo.

A evidência de que os machos de laboratório executam cortes curtas, devido a pressão de concorrência nos ambiente adensados (Eberhard & Briceño, 1996; Briceño & Eberhard, 1998; Calcagno et al 1999b; Briceño & Eberhard, 2002; Calcagno et al., 2002; Cayol et al., 2002) não prevaleceu neste trabalho, haja visto que aqui os machos Viena realizaram a corte em um tempo superior aos machos selvagens. Uma explicação para esse fato pode estar na ausência da pressão de predação nestas populações criadas em ambientes artificiais. A sobrevivência de adultos de tefritídeos também depende da habilidade de escapar de predadores tal como vespas e pássaros (Cayol, 2000). Tal reação é frequentemente definida como ‘irritabilidade’ ou “comportamento assustado” (Boller et al.,1981). Em ambientes naturais a baixa “irritabilidade” predispõe as moscas a alto risco de predação (Hendrichs et al., 1993), entretanto em laboratório sob alta densidade e elevada frequência de interações essa ‘irritabilidade’ diminui (Boller & Calkins, 1984; Hendrichs et al., 2007). A diminuição desse comportamento pode ter consequentemente

tornado esses machos mais lentos, necessitando de um tempo maior para a execução das unidades comportamentais de corte. Esse comportamento de baixa agilidade, também foi relatado por outros autores os quais salientaram sobre a menor capacidade dos machos de laboratório de fugir de predadores (Kaneshiro, 1991; Hendrichs, 1993; Briceño & Eberhard, 1998; Hendrichs et al., 2007). Uma outra explicação para o maior tempo de corte dos machos de laboratório pode estar relacionada a resposta do macho ao comportamento da fêmea. Anjos et al. (2010), evidenciaram que o padrão de escolha varia de acordo com a idade da fêmea, sendo que o tempo de duração da “vibração contínua” em machos com idade de 4-12 dias foi mais longo quando expostos às fêmeas de 20 dias.

Apesar desse menor tempo na execução das unidades comportamentais de corte, de modo geral, o número de vezes que os machos selvagens executaram cada comportamento de corte foi maior do que os machos Viena. É como se os machos selvagens realizassem uma corte repetitiva, porém executada em um tempo menor do que as cortes dos machos Viena. Ou seja, os machos selvagens foram mais complexos e rápidos na execução das unidades comportamentais do que os machos de laboratório. Isto também pode ser uma decorrência da baixa “irritabilidade” dos machos submetidos a pressões seletivas de laboratório. Ou até mesmo uma consequência da resposta do macho ao comportamento da fêmea selvagem.

As unidades zumbido e rotação da cabeça (LLz e RRv) aparentemente trouxeram vantagens para os machos selvagens, pois estes realizaram estas unidades em sua corte com uma maior frequência. Briceño et al. (2007) evidenciaram que a estirpe da ilha da Madeira apresentou um tempo maior na execução do zumbido e da rotação da cabeça comparados a quatro linhagens selvagens, porém, os autores não mencionaram sobre a preferência da fêmea em relação às linhagens avaliadas. Entretanto, Lux et al. (2002) compararam a linhagem selvagem da ilha da Madeira com outras duas estirpes selvagens e cinco de laboratório de diversas partes do mundo e evidenciaram que as fêmeas desta linhagem são mais “exigentes” no aceite de cópula e na exibição comportamental de corte. Ou seja, as unidades comportamentais zumbido

e rotação da cabeça parecem contribuir para uma melhor performance de corte dos machos e consequentemente para um maior sucesso de acasalamento.

A execução da vibração contínua antes do alinhamento, realizada aqui com maior frequência pela população Viena, teoricamente serviu para atrair a atenção da fêmea para aquele macho. Os machos selvagens de *C. capitata*, com sua específica história de vida e pressões seletivas, foram aqui preferencialmente escolhidos pelas fêmeas selvagens em detrimento dos machos da população Viena. Em conformidade com o resultado obtido, os machos mal sucedidos (menos escolhidos pela fêmea) gastam mais tempo em atividades preliminares (Calcagno et al., 2002), como a “vibração contínua antes do alinhamento” do que em atividades conectadas com a corte. As decisões tomadas pelas fêmeas - como ir embora, permitir que o macho se aproxime, aceitar que o macho monte sobre ela, e permitir a introdução do acúleo - ainda não foram bem compreendidas (Briceño et al., 1996). É provável que existam algumas variáveis que influenciam na decisão das fêmeas, como a distância e o ângulo entre o macho e a fêmea (Briceño et al., 2007a) e o estímulo do tamanho do corpo do macho (Briceño & Eberhard, 2002). Porém, o comportamento da fêmea associado ao aceite ou não da cópula também pode atuar como um estímulo, mas neste caso, para o macho iniciar ou não um comportamento particular de corte (Briceño & Eberhard, 2002; Anjos et al., 2010 no prelo). De acordo com Briceño et al. (2000 b), as respostas das fêmeas selvagens e de laboratório divergem em relação a comportamento de corte do macho.

Os resultados da emissão de feromônio apontaram para uma não divergência no “tempo de execução” entre as linhagens analisadas, porém tanto na análise descritiva quanto na avaliação do “tempo de latência” para o início do comportamento foi revelado que os machos Viena apresentaram uma menor agilidade e rapidez em sua performance. Seguindo a mesma tendência, os machos Viena tiveram uma menor participação nas formações de “lek”. Provavelmente, os machos selvagens por serem mais ágeis, acabaram deslocando os machos Viena do sítio de formação de “lek”, restando para estes as regiões menos favorecidas. Já foi evidenciado, para esta espécie, que existem sítios preferenciais que são disputados pelos

machos através de comportamento agonístico (Eberhard, 2000). Além disso, traços comportamentais tais como exibição do macho, taxa de agregação e frequência no lek são positivamente correlacionadas com o sucesso de acasalamento em tais sistemas (Anderson, 1994; Fiske et al., 1998).

Um fator também relevante que favorece o sucesso de acasalamento de *C. capitata* nos sistemas de “leks” é o tamanho do macho (Blay & Yuval, 1997, Taylor & Yuval, 1999). O sucesso de acasalamento de *C. capitata* em tais sistemas pode ser favorecido pelo tamanho corporal dos machos mesmo quando há proporções maiores de machos pequenos em relação aos grandes, as fêmeas preferem acasalar-se com os grandes (Silva-Neto et al., 2007). Além disso, fêmeas de diferentes tamanhos (maiores e menores) preferem copular com machos de maior tamanho corporal (Anjos-Duarte et al., 2010). Como os machos grandes apresentam uma maior proeminência corpórea, eles, supostamente, possuem uma vantagem durante a disputa de território, entretanto os machos das distintas linhagens analisadas neste trabalho não diferiram quanto ao tamanho corporal. Sendo assim, o tamanho dos machos não influenciou os resultados de modo espúrio agindo como um fator de confusão.

Essas diferenças na performance dos machos de laboratório em relação aos selvagens obtidas aqui, podem ser uma consequência da pressão de seleção ao qual essa linhagem foi submetida. Condições em criações de *C. capitata* em laboratório são caracterizadas por uma drástica redução do espaço, alta densidade populacional e ausência de condições selvagens (Calcagno et al., 2002). Dentre as condições do ambiente natural, a pressão do predador tem grande influência na performance dos machos dentro do sistema de acasalamento em lek (Hendrichs et al., 2007). Neste os machos emitem estímulos olfatórios que, além de atrair as fêmeas, também, chama a atenção de predadores (Hendrichs et al., 1993). Neste contexto, ser mais ágil e realizar uma corte detalhista com eficiência, porém rápida, traz vantagens para o macho.

A variabilidade expressa pelo comportamento está relacionada a variabilidade genética, mas isso não significa que o comportamento é inteiramente controlado pelos genes (Scott, 2005). A expressão de um

padrão comportamental particular de um indivíduo, depende da complexa interação mútua entre o gene e o meio ambiente no qual esse animal vive (Alcock, 2005; Scott, 2005). As condições nas quais a população de laboratório foi submetida criaram uma pressão seletiva artificial que influenciou o comportamento dos machos de *C. capitata* diminuindo o sucesso destes perante as fêmeas selvagens. De um modo geral, os machos selvagens utilizados neste trabalho se comportaram de modo mais ativo, participativo e apresentavam maior persistência na conquista da fêmea do que os machos Viena.

Para o sucesso da técnica do inseto estéril (SIT) é primordial que os machos estéreis soltos em campo consigam copular com as fêmeas selvagens (Shelly et al., 2004). Porém, a eficácia da SIT é influenciada pela seleção artificial inerente ao processo de criação em massa (Cayol, 2000). É necessário implementar melhorias na qualidade destes machos estéreis com o intuito de torná-los mais competitivos no ambiente natural. Uma alternativa seria a adequação da criação artificial de modo que este reflita um ambiente com pressões seletivas parecidas com o meio natural. Uma outra estratégia consistiria em aumentar a capacidade destes machos, mesmo que de modo artificial, para competir com os selvagens. Vários estudos relatam que a aromaterapia com óleo de gengibre (Zingiberaceae) aumenta o sucesso reprodutivo de machos estéreis de *C. capitata* (e.g., Barry et al., 2003, Shelly et al., 2004). Briceño et al. (2007 b) evidenciaram que apesar da corte dos machos de laboratório permanecerem a mesma, após exposição destes ao óleo de gengibre, o seu sucesso de acasalamento aumenta. Um fator também relevante para o sucesso de acasalamento em *C. capitata*, como já mencionado, é o tamanho do macho (Blay & Yuval, 1997, Taylor & Yuval, 1999) e por conseguinte a produção de machos grandes poderia beneficiar a linhagem de laboratório.

A implementação de um manejo que contribua para a melhor qualidade dos machos estéreis pode contribuir com o sucesso dessa técnica do inseto estéril.

#### **AGRADECIMENTO**

À CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## 5.0- REFERÊNCIAS

Alcock J & Gwynne DJ (1991) In Reproductive behaviour of insects. Evolution of insect mating systems: the impact of individual selectionist thinking. (ed. by WJ Bailey & J Ridsdill-Smith) Chapman & Hall, London, UK, pp. 10-40.

Alcock J (2005) Animal Behavior. An Evolutionary Approach, Eighth. 8nd edn Sinaur Associates U.S.A.

Aluja M, Norrbom AL (2000) Fruit Flies (tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 963p.

Andersson M (1994) Sexual Selection. Princeton University Press, Princeton.

Anjos-Duarte CS, Joachim-Bravo IS & Costa AM (2010) Sexual behavior of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): The influence of female size on mate choice. Journal of Applied Entomology 1: 01-07. doi: 10.1111/j.1439-0418.2010.01552.x.

Arita LH & Kaneshiro Y (1985) The dynamics of the lek system and mating success in males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Proc. Hawaiian Entomology Society 25: 39-48.

Arita LH & Kaneshiro Y (1989) Sexual selection and lek behavior in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Pacific Scientific 43:135-143.

Barry JD, Shelly TE, McInnis DO & Morse JG (2003) Potential for reducing overflooding ratios of sterile Mediterranean fruit flies (Diptera:Tephritidae) with the use of ginger root oil. Florida Entomologist 86:29-33.

Blay S & Yuval B (1997) Nutritional correlates to reproductive success of male Mediterranean fruit flies. Animal Behavior. 54: 59-66.

Boller E F & Chambers D L (1977) In Biological Control by Augmentation of Nature Enemies. Quality aspects of mass-reared insects. (ed by RL Ridgw & SB Vinson), Plenum Press, pp. 219-235.

Boller EF & Calkins CO (1984) Measuring, monitoring and improving the quality of mass-reared Mediterranean fruit flies, *ceratitis capitata* (Wied.) 3. Improvement of quality by selection. Journal-of Applied Entomology 98:1-5.

Boller EF, Katsoyannos BI, Remund U & Chamber DL (1981) Measuring, monitoring and improving the quality of mass-reared Mediterranean fruit flies, *ceratitis capitata* (Wied.) 1. The RAPID quality control system for early warning Z. Angew. Entomol 92:67-83.

Briceño RD, Ramos D & Eberhard WG (1996) Courtship behavior of male *ceratitis capitata* (diptera: tephritidae) in captivity. Florida Entomologist 79: 130-143.

Briceño RD & Eberhard WG (1998) Medfly courtship duration: a sexually selected reaction norm changer by crowding. Ethology Ecology e Evolution 10: 369-382.

Briceño RD & Eberhard WG (2000a) Male wing positions during courtship by Mediterranean fruit flies (*Ceratitidis capitata*) (Diptera: Tephritidae). Journal of the Kansas Entomological Society\_73: 111–115.

Briceño RD & Eberhard WG (2000b) Possible Fisherian Changes in Female Mate-Choice Criteria in a Mass-Reared Strain of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America 93:343-345.

Briceño RD, Eberhad WG, Vilardi JC & Liedo P (2002) Variation in the intermittent buzzing songs of male medflies (Diptera: Tephritidae: *Ceratitis capitata*) associated with geography, mass-rearing, and courtship success. Florida Entomologist 85: 32-40.

Briceño RD, Eberhad WG, Vilardi JC, Cayol JP & Shelly T (2007a) Courtship behavior of different wild strains of *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae). Florida Entomologist 90: 15-18.

Briceño RD, Eberhad WG & Shelly T (2007b) Male courtship behavior in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) that have receiver aromatherapy with ginger eoot oil. Florida Entomologist 90:20-33.

Calcagno G, Vera MT, Manso F, Lux S, Norry F, Munyiri N & Vilardi JC (1999a) Courtship behavior of wild and mass-rearing Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) males from Argentina. Journal of Economical Entomology 92: 373-379.

Calcagno G, Manso F, & Vilardi JC (1999b). Comparason of mating performance of medfly (Diptera:Tephritidae) genetic sexing and wild type strain: field cage and video recording experiments . Florida Entomology 85: 41-50.

Cellegare-Jacques, S. M. (2003) Bioestadística. Editora Artmed S.A. 255p.

Cayol JP (2000) In Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior. Changes in sexual behavior na life history traits of tephritid species caused by mass-rearing processes. (ed. by M. Aluja & A.L. Norrbom) , CRC Press, Boca Raton, Florida, USA pp 843-860.



Cayol JP, Coronado P & Taher M (2002) Sexual compatibility in medfly (diptera: tephritidae) from different origins. FAO/IAEA Agriculture and Biotechnology Laboratory, IAEA Laboratories, A-2444 Seibersdorf, Austria, Florida Entomologist 85.

Del-Claro K (2004) Comportamento Animal - Uma introdução à ecologia comportamental. Distribuidora / Editora - Livraria Conceito - Jundiaí – SP.

Eberhard WG (2000) In Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior. Sexual behavior and sexual selection in the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Dacinae: Ceratitidini). (ed. by M. Aluja & A.L. Norrbom) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA pp 459-489.

Feron M (1962) L'instinct de reproduction chez la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt. Trypetidae). Comportement sexuel. - Comportement de ponte. Rev. Pat. Veg. Entomol. Veg. 41: 1-129.

Fiske P, Pekka TR & Karvonen E (1998) Mating success in lekking males: a meta-analysis. Behavioral Ecology Vol. 9 No. 4: 328-338.

Hendrichs J & Hendrichs MA (1990) Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in nature: location and diel pattern of feeding and other activities on fruiting and nonfruiting host and nonhost trees. Annals of the Entomological Society America 83: 632–641.

Hendrichs J, Franz G & Rendon P (1995) Increased effectiveness and applicability of the sterile insect technique through male-only releases for control of Mediterranean fruit flies during fruiting seasons. Journal Applied Entomology. 119: 371-377.

Hendrichs JV, Wornoayporn BI, Katsonyannos & Gaggi K (1993) In Management of insect pest: nuclear and relate molecular and genetic techniques. First field assessment of the dispersal and survival of mass-reared sterile Mediterranean fruit fly males of an embryonal, temperature sensitive genetic sexing strain International Atomic Energy Agency, Vienna pp 453-462.

Hendrichs J, Robinson AS, Cayol JP & Enkerlin W (2002) Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: The importance of mating behavior studies. Florida Entomologist 85: 1-13.

Hendrichs M, Wornoayporn V, Katsoyannos & B Hendrichs J (2007) Quality control method to measure predator evasion in wild and mass-reared mediterranean fruit flies. Department for Conservation Biology, Vegetation and Landscape Ecology, University of Vienna Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria, Florida Entomologist 90: 64-70.

Kaneshiro KY (1991) In Proceeding of the international symposium on the biology and control of fruit flies. Quality control of mass-reared strain of fruit flies. (ed. by K Kawasaki O Iwahashi & K Kaneshiro). Giowan, Okinawa, Japan pp 137-145.

Krebs JR & Davies NB (1996) Introdução a ecologia comportamental. Atheneu editora São Paulo. p:420.

Joachim-Bravo IS & Zucoloto FS (1998) Performance and feeding behavior of *Ceratitits capitata*: comparison of a wild population and a laboratory population. Entmologia Experimentalis et Applicata 87:67-72.

Liedo P & Carey JR (1994) Mass rearing of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies a demographic analysis. Journal of Economical Entomology 87: 176-180.

Liimatainen J, Hoikkala & A Shell T (1997) Courtship behavior in *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae): Comparison of wild and mass-reared males. *Annals of the Entomological Society America* 90: 836-843.

Lux AS, Munyri FN, Vilardi JC, Liedo P, Economopoulos AP, Hasson O, Quilici S, Gaggi K, Cayol & JP Rendón P (2002) Consistency in courtship pattern among populations of Medfly (Diptera: Tephritidae): Comparison among wild strains and strains mass-reared for SIT operations, *Florida Entomologist* 85: 113-125.

Malavasi A, Morgante JS & Zucchi RA (2000) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. *Conhecimento básico e aplicado*. Holos Editora. 320 p.

Metcalf RE (1995) In *The Mediterranean fruit fly in California: defining critical research*. Biography of the medfly. (ed. by JG Morse RL Metcalf JR Carrey & RV Dowell) *Coll.Nat.Agric. Sci., Univ.CA, Riverside*, pp.43-48

Prokopy RJ & Hendrichs J (1979) Mating behavior of *Ceratitis capitata* on a field-cage host tree. *Annals of the Entomological Society America* 72: 642-648.

Purves WK, Sadava D & Orians GH (2005) *Vida: a Ciência da Biologia: Evolução, Diversidade e Ecologia* Vol. 2 ; 6ª edição; 397p.

Quinn PG & Keough JM (2002) *Experimental design and data analysis for Biologists*. Cambridge University Press.

Rössler Y (1975) Reproductive differences between laboratoryreared and fieldcollected populations of the Mediterranean fruitfly *Ceratitis capitata*. *Annals of the Entomological Society of America* 68: 987–991.

Silva-Neto AM (2007) Efeito do tamanho, da alimentação na fase adulta e da idade no sucesso de cópula de machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Dissertation Masters – Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. 106 pp.

Shelly TE, McInnis DO, Pahio E & Edu J (2004) Aromatherapy in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): sterile males exposed to ginger root oil in prerelease storage boxes display increased mating competitiveness in field-cage trials. *Journal of Economic Entomology* 97: 846–853.

Scott G (2005) *Essential Animal Behavior*. Blackwell Publishing Ltd. 202p.

Taylor PW & Yuval B. (1999) Postcopulatory sexual selection in Mediterranean fruit flies: advantages for large and protein-fed males. *Animal Behavior*, 58: 247–254.

Zucoloto FS (1987) Feeding habits of *Ceratitis capitata*: can larvae recognize a nutritional effective diet? *Journal Insect Physiology*, Oxford. 33:349-353.

Whittier TS, Kaneshiro KY & Prescott LD (1992) Mating behavior of mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a natural environment. *Annals of the Entomological Society of America* 85: 214-218.

Whittier TS, Nam FY, Shelly TE & Kaneshiro KY (1994) Male courtship success and female discrimination in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal Insect Behavior* 7: 159-170.

Whittier TS & Kaneshiro KY (1995) Intersexual selection in the Mediterranean fruit fly: does female choice enhance fitness? *Evolution* 49: 990-996.

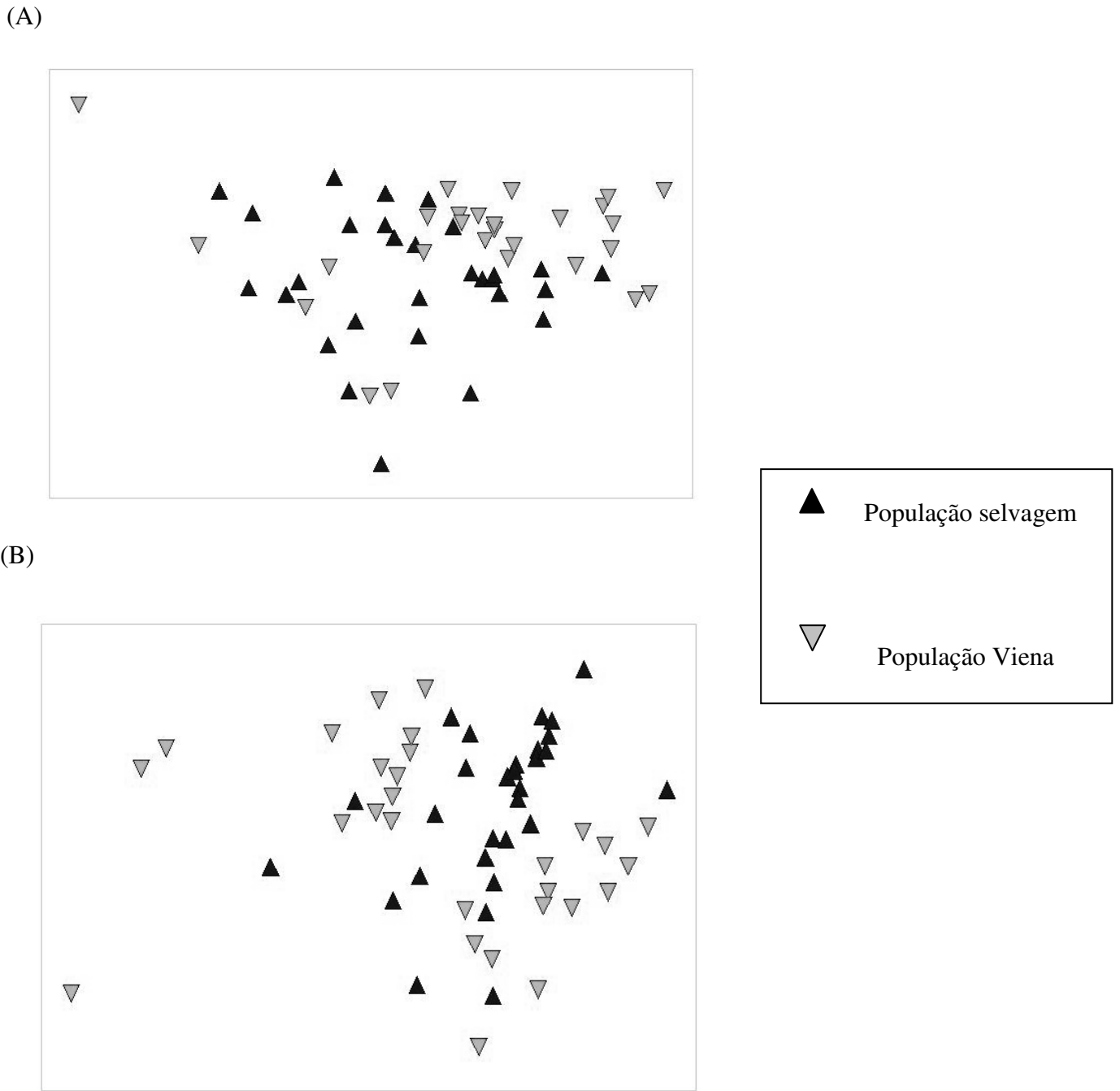


Figura 1: Similaridade no “tempo” de execução das unidades comportamentais de corte (A) e na “frequência” dos mesmos (B), obtida pelo NMDS.

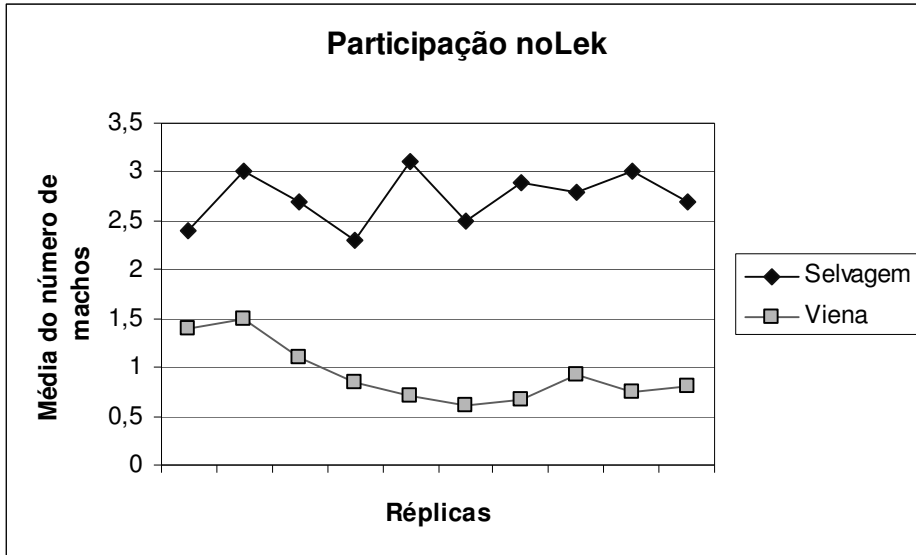


Figura 2: Média do número de machos que participaram das formações de “Lek” nas 10 réplicas realizadas (Teste t;  $p < 0,0001$ ).

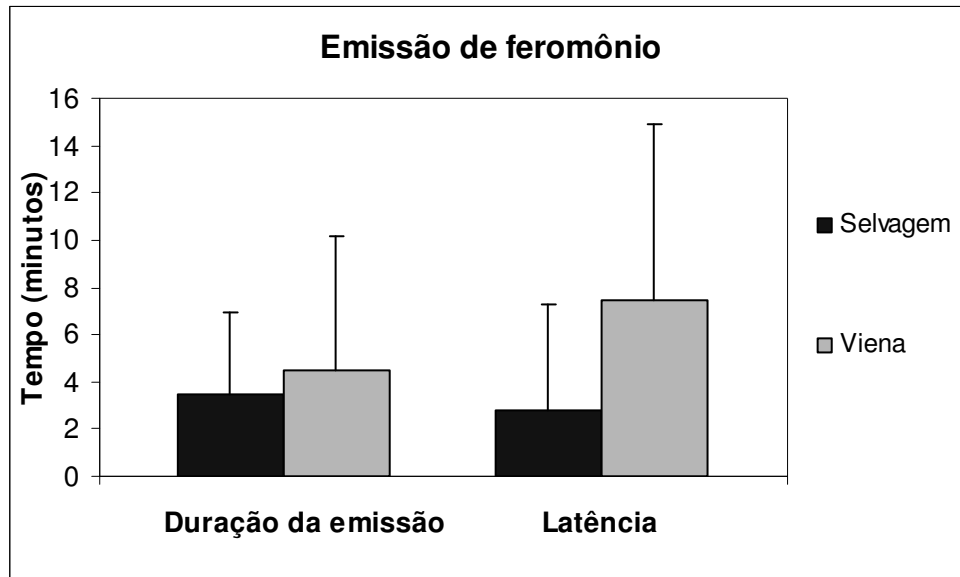


Figura3: Média e desvio padrão do tempo da “duração da emissão” (Teste t  $p=0,39$ ) e “ latência” (Mann Whitney  $p=0,0009$ ).

Quadro 1: Média e desvio padrão do tempo (em segundos) e frequência de execução das unidades comportamentais de corte analisadas dos machos selvagens e Viena.

Unidades analisadas	Tempo		Frequência	
	Selvagem	Viena	Selvagem	Viena
Vibração continua não alinhado	0,66 ± 1,35	5,3 ± 8,2	4,48 ± 8,9	25,3 ± 33,6
Vibração continua durante alinhamento	6,1 ± 5,0	6,08 ± 6,08	39,6 ± 31	31,2 ± 26,2
Zumbido intermitente	8,8 ± 11,6	5,4 ± 4,39	31,4 ± 22,4	24,2 ± 14,6
DVV	1,88 ± 3	0,55 ± 1,1	5,47 ± 2,9	1,5 ± 2,0
DeV	0,12 ± 0,38	0,17 ± 0,0	0,31 ± 0,9	0,14 ± 0,75
DVB	0,27 ± 0,88	0,64 ± 1,6	0,34 ± 0,72	0,89 ± 1,5
DeB	5,47 ± 3,54	1,7 ± 2,6	19,5 ± 16,4	6,0 ± 8,9
Tempo da corte	12,7 ± 18,18	20 ± 17,6	-	-



## ANEXO

### *Entomologia Experimentalis et Applicata*

#### **Submission of manuscripts**

Manuscripts submitted to *Entomologia Experimentalis et Applicata*, or any part of the work described therein, must be original and must not be simultaneously under consideration for publication elsewhere. Work previously published in abstract form should be referred to in the introduction. The Editors cannot accept responsibility for damage to or loss of papers submitted to them.

#### **Online**

Manuscripts for *Entomologia Experimentalis et Applicata* should be submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/eea>. Submission online enables the quickest possible review and allows online manuscript tracking. Manuscript submission online can be in Word document (.doc), or Rich Text Format (.rtf) which will be automatically converted to PDF for reviewing. Figures can be embedded in the native word processor file or may be uploaded separately in one of the following formats: GIF (.gif), JPEG (.jpg), TIFF (.tif), EPS (.eps). Figures uploaded separately in these file formats will be automatically converted to small jpegs/PDFs for reviewing.

Full upload instructions and support are available from the ScholarOne Manuscript Submission Site via the Get Help Now button (now button at top right corner of each page). When prompted online, please submit your covering letter or comments to the Editor-in-Chief including one or two sentences describing the contents of the paper and its relevance to the focus of the journal.

#### **Pre-submission English-language editing**

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found here. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

#### **Author material archive policy**

Please note that unless specifically requested, **Wiley-Blackwell will dispose of all electronic material submitted two months after publication**. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible if you have not yet done so.

#### **Presentation of manuscripts**

Authors using our EndNote Word formatting template to help them to present their article correctly can use the 'Submit an EndNote manuscript' option to speed submission when in our Manuscript Central submission site. Manuscripts, including the references, should be double-spaced, line & page numbered, and written in grammatically correct English. The title page should state the title of the paper, the names and addresses of the authors, a short title for running headlines, the full address of the corresponding author and up to 12 key words, which should not duplicate words in the title. An Abstract of not more than 300 words should include the reason why the work was carried out, the key techniques, the results and the major conclusions. The abstract should contain the full scientific name, followed by that of the family and tribe of the subject insect(s), along with the full name(s) of food plants, chemicals, etc. The Latin names of insects as well as plants should be followed by the name of the describer. Original articles should include, in the following order, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Figure legends (starting on a separate sheet), Tables. The text should preferably be in MS Word (PC or Mac format) and the illustrations must be submitted according to the Wiley-Blackwell digital illustration standards (see below). The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.

The SI system of units should be used for all scientific and laboratory data; temperature should be expressed in degrees Centigrade. A table of commonly used SI units and their symbols is available to view by clicking the following link: [http://www.blackwellpublishing.com/pdf/eea\\_ifa.doc](http://www.blackwellpublishing.com/pdf/eea_ifa.doc)

## References

*References in the text.* References should be in the Harvard style, i.e. citations appear in the form (Smith, 1990; Smith & Jones, 1991, Smith et al., 1992), (Smith et al., 1990) or if only the year is given in brackets, there should be no comma after the author name, e.g., The results of recent work by Smith et al. (1992).... References to papers having three or more authors should give the name of the first author only, followed by et al.

*Reference list.* References should be listed alphabetically at the end of the article and should conform to the formats of the following examples. Journal titles should be given in full.

### *Journal*

*article:*

Dicke M & van Loon JJA (2000) Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97: 237-249.

### *Book:*

Gullan PJ & Cranston PS (1999) *The Insects. An outline of entomology.* 2nd edn. Blackwell Science, Oxford, UK.

### *Book*

*chapter:*

Shapiro M (1986) In vivo production of baculoviruses. *The Biology of Baculoviruses, Vol. 2: Practical Application for Insect Control* (ed. by RR Grandos & BA Federici) CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 31-62.

## Illustrations

Illustrations must be in a finished form ready for reproduction. All lettering in the figures, where possible, should be in 'Arial' font. Subdivided figures should be lettered A, B, etc. in the top left hand corner. The maximum figure size is 175 x 224 mm. Magnifications should be indicated by scale bars. Labelling should be clear and sized appropriately for the intended final size that the figure is intended to appear in the journal. Figures should be referred to in the text as (Figure 10).