



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

BÁRBARA KARINE DE ALBUQUERQUE SILVA

**PARASITOIDES PUPAIS DE *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE) NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

MOSSORÓ

2017

BÁRBARA KARINE DE ALBUQUERQUE SILVA

**PARASITOIDES PUPAIS DE *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE) NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas  
Orientador: Elton Lucio de Araújo, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência (SIR)

S586p	Silva, Bárbara Karine de Albuquerque. Parasitoides pupais de <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no município de Mossoró/RN/ Bárbara Karine de Albuquerque Silva. - 2017. 56 f.: il.  Orientador: Elton Lucio Araújo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2017.  1. Mosca-do-mediterrâneo. 2. Produção Integrada. 3. Controle Biológico. 4. Pteromalídeos. I. Araújo, Elton Lucio, orient. II. Título.
-------	--

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade

BÁRBARA KARINE DE ALBUQUERQUE SILVA

**PARASITOIDES PUPAIS DE *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE) NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Defendida em: 24 / 02 / 2016.

**BANCA EXAMINADORA**



Elton Lúcio de Araujo, Prof. Dr. Sc. (UFERSA)  
Presidente



Maurício Sekiguchi de Godoy, Prof. Dr. Sc. (UFERSA)  
Membro Examinador



Ewerton Marinho da Costa, Prof. Dr. Sc. (UFRN)  
Membro Examinador

*A Raimundo Nonato de Albuquerque e Maria  
do Carmo Matias (In Memoriam).*

*A Ana Cláudia C. de Albuquerque e Valter Silva Santos*  
**Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

Apesar de um processo particular de pesquisa, a realização desta dissertação só foi possível graças à colaboração e ao contributo, de forma direta ou não, de várias pessoas, às quais gostaria de exprimir algumas palavras de agradecimento e profundo reconhecimento, em particular:

Agradeço a Deus, pela fé que me mantém viva e fiel à vida honesta de trabalho, estudo e dedicação diária.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a possibilidade e concretização de uma educação de qualidade, aliada à confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Elton Lucio de Araújo, pela disponibilidade manifestada em orientar este trabalho, pela preciosa ajuda na orientação científica, pela exigência de método e rigor, revisão crítica do texto e oportunos comentários, além da acessibilidade e cordialidade demonstrados durante todo o percurso.

Ao taxonomista Dr. Valmir Antônio Costa, pela presteza e dedicação na identificação dos espécimes coletados no trabalho.

Agradeço à Banca Examinadora pelas contribuições e profissionalismo. O meu muito obrigada pelos saberes que me foram transmitidos.

À família, pelo amor, incentivo, apoio incondicional e esperanças em mim depositadas. Em especial à minha amada mãe, ao meu admirável pai, meus inefáveis tios e tias, à minha avó indescritível, aos meus irmãos, mais que companheiros, e aos meus primos, mais que irmãos.

A Pedro Ramon Holanda de Oliveira, ouvinte atento de algumas dúvidas, inquietações, desânimos e sucessos, pelo apoio, pela confiança e pela valorização sempre tão entusiasta do meu trabalho, dando-me, desta forma, coragem para ultrapassar a culpa pelo tempo que a cada dia lhe subtraía. E como se não bastasse, por me ajudar a peneirar solo, tirar larvas de dentro de frutos podres e trazer comida sempre para me acalmar. Meus sentimentos sinceros de gratidão e amor.

A toda a equipe de trabalho do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA, que foram companheiros em todos os momentos e me ensinaram o real significado de trabalho em equipe, em especial à Elania Clementino Fernandes e Hellanny Matos da Silva, pela parceria e apoio durante toda a execução do trabalho, essencial nessa etapa profissional.

Agradeço aos meus fiéis amigos, sem os quais o incentivo e amor não seriam sinônimos em minha vida, em especial a Fernanda Jéssika Carvalho Dantas e Vitória da Costa Melo, por serem pessoas inestimáveis para mim. Devo-lhes mais pelo alento e confiança que me conseguiram transmitir, sem os quais, estou segura, não teria conseguido chegar até aqui.

Aos amigos por quem tenho imenso amor e carinho, Valéria Maria Pedroso de Moraes e Alcimar Galdino de Lira, por todo o companheirismo, apoio, compreensão e esperança em mim depositados.

Por fim, ao meu amigo Maurício Sekiguchi de Godoy, por ser o alicerce de conhecimento ao qual eu me apoiei durante muitos anos, por ser o conforto de palavras sinceras e fraternas, e por ser sempre alguém com que eu posso contar. O meu muito obrigada sempre.

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.

Martin Luther King

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

- Figura 1 - Tentativa de parasitismo de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre larvas de *Ceratitis capitata*; e cicatrizes de possíveis tentativas de oviposição. ....47
- Figura 2 – Puncturas de oviposição em *Ceratitis capitata* provenientes de tentativas de parasitismo por *P. vindemmiae* sobre o 3º ínstar larval.....47
- Figura 3 - Deformação nos pupários de *Ceratitis capitata* provenientes de larvas expostas ao parasitismo de *Pachycrepoideus vindemmiae*. ....48
- Figura 4 - Má formação de pupas de *Ceratitis capitata* expostas ao parasitismo de *P. vindemmiae*. ....48
- Figura 5 - Tentativas de oviposição de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre o estágio de pré-pupa de *Ceratitis capitata*.....49
- Figura 6 - Ilustração do ciclo de desenvolvimento de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre pupa de *Ceratitis capitata* .....50
- Figura 7 - Estágios de desenvolvimento de *Pachycrepoideus vindemmiae* .....50

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1. FRUTICULTURA TROPICAL .....	13
2.2. MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE): ASPECTOS GERAIS ...	14
2.3. MANEJO INEGRADO DE PRAGAS .....	16
2.4. AGENTES DE BIOCONTROLE: PARASITOIDES PUPAIS .....	17
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II – PARASITOIDES PUPAIS DE <i>Ceratitis capitata</i> NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN.....</b>	<b>27</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>27</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>28</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
2.1. PROCEDÊNCIA DAS MOSCAS .....	31
2.2. CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE <i>Ceratitis capitata</i> EM FRUTOS .....	31
2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	32
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO III – PARASITISMO DE <i>Pachycrepoideus vindemmia</i> SOBRE DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DE <i>Ceratitis capitata</i> .....</b>	<b>40</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>40</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>41</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>44</b>
2.1. CRIAÇÃO DE <i>Pachycrepoideus vindemmia</i> .....	44
2.2. LEVANTAMENTO DE PARASITOIDES PUPAIS .....	44
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, com uma produção de aproximadamente 41 milhões de toneladas, posiciona-se como o terceiro maior entre os países produtores de frutas frescas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016). Entretanto, o país ocupa o 15º lugar entre os exportadores mundiais de frutas (ABRAFRUTAS, 2017), onde 47% do que é produzido são consumidos de forma *in natura* (BRAZILIAN FRUIT, 2008). Para tornar o país mais competitivo nesse mercado de exportações, é necessário o cumprimento das exigências fitossanitárias e comerciais, bem como a produção de frutas com maior qualidade (KAMIYA, 2010).

Dentre as regiões brasileiras, o Nordeste abrange 16 polos produtores de frutas que conferem à região lugar de destaque como a principal produtora e exportadora de frutas tropicais frescas (OLIVEIRA & FARIAS FILHO, 2012). Esse sucesso se dá devido aos aspectos edafoclimáticos locais que propiciam as melhores condições de exploração da fruticultura irrigada no país. Andrigueto et al. (2009) exaltam características de grande interesse agropecuário à região Nordeste, como, por exemplo, a abundante luminosidade, 11,2% de toda a água doce disponível no planeta e os 388 milhões de hectares de terras agricultáveis e férteis, dos quais aproximadamente 23% ainda não foram explorados.

No entanto, os fatores abióticos (como a temperatura e o estágio de desenvolvimento da cultura hospedeira) possuem correlação direta com o número de adultos e os subsequentes estágios imaturos de insetos-praga, como a mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) (GALDINO & RAGA, 2016), que podem comprometer todo o *stand* produtivo.

Muitas espécies de Tephritidae são altamente polífagas e atacam uma ampla variedade de frutos de importância econômica. No Brasil, destacam-se tefritídeos dos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* (ARAUJO et al., 2009), sendo o gênero *Ceratitis* representado por uma única espécie, a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (ZUCCHI, 2001). *C. capitata* já foi relatada infestando cerca de 93 espécies de plantas no Brasil, sendo a preferência por hospedeiros exóticos (MALAVASI, 2009; ZUCCHI, 2012).

As moscas-das-frutas, no Brasil, ocasionam prejuízos entre U\$ 120 e 200 milhões anuais decorrentes de custos de controle e perdas de mercados de exportação (ZUCCHI et al., 2004). Nesse contexto, sabe-se que há alto investimento dos produtores

para o controle desses artrópodes em campo, principalmente por meio de utilização de inseticidas, muitas vezes aplicados sem o devido conhecimento das espécies infestantes, do seu grau de infestação e da atuação dos agentes de controle biológico.

O uso abusivo de inseticidas para a supressão das pragas pode ocasionar prejuízos ambientais, como a diminuição da população dos inimigos naturais presentes nas culturas, o que torna cada vez mais necessário o estudo de métodos alternativos para controle desses insetos (COELHO, 2008).

É importante ressaltar que parte do desenvolvimento da mosca-das-frutas se dá no solo (estágio pupal) (NAVA & BOTTON, 2010), não havendo manejo cultural adequado e praticado para o controle dessa fase em campo, ocasionando uma reinfestação de pomares, mesmo com aplicações sucessivas de inseticidas.

Desta forma, o controle biológico ganha cada vez mais destaque dentre as estratégias de manejo das moscas-das-frutas (NÚÑEZ-CAMPERO et al., 2014), sendo prática passível de utilização por meio da introdução e manutenção de populações de parasitoides em campo. No entanto, a maioria dos parasitoides utilizados no controle dos tefritídeos atua nas fases de ovo-larva/larva-pupa, por serem os mais comumente encontrados nos levantamentos, sendo o conhecimento acerca de parasitoides pupais quase ausente (WHARTON & YODER, 2017; OVRUSKI & SCHLISERMAN, 2012).

No geral, a detecção de espécies de parasitoides pupais realizada em muitos estudos se torna equivocada devido às metodologias empregadas nestes trabalhos (coleta de frutos para obtenção dos pupários provenientes das larvas infestantes) só permitirem a captura de endoparasitoides cenobiontes de dípteros (OVRUSKI et al., 2000), com relatos ao acaso da ocorrência desses parasitoides pupais.

Desta forma, a pesquisa é cada vez mais fomentada para o desenvolvimento de estudos visando a conhecer a diversidade de parasitoides de moscas-das-frutas no Brasil, em especial aos parasitoides pupais, bem como seus aspectos biológicos, dada a importância da utilização desses organismos em programas de manejo de pragas.

Portanto, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento de parasitoides pupais de *Ceratitis capitata* no município de Mossoró/RN, bem como verificar a capacidade de parasitismo de parasitoides pupais sobre estágios imaturos (larvas e pré-pupas) da praga.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. FRUTICULTURA TROPICAL

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, importando apenas uma pequena quantidade de outros países, principalmente frutas de clima temperado, sendo responsável por 5,3% do volume colhido (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016). A produção no país chega aos 41,5 milhões de toneladas, abrangendo uma área de 3,0 milhões de hectares com a geração de 6,0 milhões de empregos diretos (ANDRADE, 2012).

Dados recentes indicam a fruticultura como o setor mais rentável do agronegócio brasileiro, atingindo todos os estados do país, gerando renda pela empregabilidade de 27% da mão de obra agrícola e produzindo frutos durante todo o ano (IBRAF, 2013).

Em 2013, os embarques de frutas frescas totalizaram 711,8 mil toneladas, crescimento de 2,7% em comparação com as 696 mil toneladas embarcadas em 2012, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) compilados pelo IBRAF. Em receita, as exportações de frutas atingiram US\$ 657,5 milhões em 2013, incremento de 6,2%, com rendimento médio de produção de 28.712,0 Kg/ha segundo dados do IBGE (2015).

No entanto, apesar da grande extensão territorial e privilegiada localização geográfica, o país tem exportado pouco devido ao grande consumo interno. Do total produzido, 53% vão para o processamento e 47% são consumidos de forma *in natura* (ANDRADE, 2012).

Embora a produção brasileira ocupe posição de destaque no contexto da fruticultura internacional, ela poderia ser mais competitiva quando comparada a outros países, necessitando de instrumentos de regulamentação de exportação reconhecidos pela Organização Mundial do Comércio (OMC), que consistem basicamente em tarifas e exigências fitossanitárias (BUAINAIN et al., 2007).

Pautado na expansão de suas exportações, o Brasil pode aumentar seu potencial na fruticultura pela capacidade diferencial do produtor em atender os requisitos exigidos à exportação de frutos (CARVALHO & MIRANDA, 2009) e transpor as rigorosas barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores de frutas (FACHINELLO et al., 2011).

No entanto, o aumento da área plantada e da diversidade de hospedeiros no nordeste brasileiro nos últimos dez anos proporcionou o aumento da ocorrência e densidade populacional de insetos praga, necessitando de um maior controle para viabilidade da exportação de frutas *in natura* para outros países (CARVALHO, 2003).

Dentre as principais barreiras no mercado de frutas, em especial para a exportação, as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) constituem ameaças à produção de frutas em todo o mundo, ocasionando perdas quantitativas e qualitativas (BRASIL, 2016).

## 2.2. MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE): ASPECTOS GERAIS

Dentre os problemas fitossanitários, as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) se destacam no comércio internacional, por estarem entre os principais alvos das restrições quarentenárias (CLARKE et al., 2005) impostas por países importadores, sendo um dos principais entraves às exportações de frutas brasileiras (ARAUJO, 2011).

As moscas-das-frutas causam prejuízos de cerca de US\$ 120 milhões/ano, que incluem custos de controle, perdas produtivas, processamento e comercialização. Para solução do problema, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em parceria com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), lançou o Programa Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas (PNMF), instituído pela Instrução Normativa Nº 20, de 8 de setembro de 2015, que prevê investimento de R\$ 128 milhões, até 2018, em ao menos dez estados brasileiros (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016).

Além dos danos econômicos e capacidade de adaptação a novos hospedeiros, as moscas-das-frutas possuem elevado potencial de reprodução e habilidade de dispersão para diversos ambientes (GALLO et al., 2002). A formação de gerações sobrepostas e a vasta gama de hospedeiros proporcionam também condições de sobrevivência desses artrópodes durante todo o ano (VELOSO et al., 2000).

Dentre as espécies de tefritídeos-praga presentes no Brasil, as mais importantes do ponto de vista quarentenário são: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *A. sororcula* Zucchi, *A. zenildae* Zucchi, *A. striata* Schiner, *A. pseudoparallela* (Loew.), *A. grandis* (Macquart) e *A. obliqua* (Macquart), *Ceratitis capitata* Wiedmann, e *Bactrocera*

*carambolae* Drew & Hancock, sendo esta última uma praga quarentenária A2 (disseminação localizada e oficialmente controlada no país) (PARANHOS, 2008).

### 2.2.1. *Ceratitis capitata*

Dos gêneros de moscas-das-frutas com importância econômica para o Brasil, *Ceratitis* é conhecido por possuir uma única espécie de importância agrícola no país, a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata*, que já está disseminada por todas as regiões tropicais e temperadas quentes do mundo (De MEYER et al., 2008; SZYNISZEWSKA & TATEM, 2014).

*C. capitata* é originária das proximidades da região mediterrânea, cujo primeiro relato no Brasil se deu no início do século 20 (IHERING, 1901). É um inseto holometabólico que apresenta ciclo de vida dependente de fatores como temperatura e hospedeiro (SOUZA-FILHO, RAGA & ZUCCHI, 2003). São reconhecidas pelo desenvolvimento larval que se dá dentro de frutos, ocasionando uma necrose na região afetada. Cada fase se desenvolve em um ambiente diferente: os adultos vivem na vegetação; ovos e larvas nos frutos e a pupa no solo (NAVA & BOTTON, 2010).

Além dos danos econômicos e capacidade de adaptação às novas plantas, as moscas-das-frutas possuem elevado potencial de reprodução e habilidade de dispersão para diversos ambientes (GALLO et al., 2002).

Por ser uma espécie multivoltina, é capaz de encontrar hospedeiros durante todo o ano (ZUCCHI, 2000), realizando a “sucessão de hospedeiros”. Segundo Fleisher (2004), mais de 300 espécies botânicas são hospedeiras de *C. capitata*, classificando a praga como polífaga.

Segundo Bomfim et al. (2009), a planta hospedeira assume grande importância nos estudos que envolvem as relações tritróficas com moscas-das-frutas devido à influência sobre a atuação do terceiro nível trófico.

Araujo et al. (2005b), em levantamento realizado nas regiões de Mossoró/Assú (RN), observaram polifagia de *C. capitata* com 13 hospedeiros, alocados em oito famílias botânicas, havendo maior infestação sobre frutos exóticos.

Além disso, como os tefritídeos obrigatoriamente passam sua fase larval no interior dos frutos, sua distribuição está intimamente relacionada à ocorrência de seus hospedeiros. *C. capitata* infesta mais de 370 espécies de plantas em todo o mundo (LIQUIDO et al., 1998). No Brasil, infestam 93 espécies vegetais, assinaladas em vários

estados brasileiros associada às frutíferas de 27 famílias botânicas, sendo as espécies mais infestadas das famílias Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Anacardiaceae e Sapotaceae (ZUCCHI, 2012).

### 2.3. MANEJO INEGRADO DE PRAGAS

As décadas de 70 e 90 foram marcadas por um sistema de produção agrícola predominantemente baseado em práticas intensivas em monoculturas, com alta mecanização e uso indiscriminado de agrotóxicos para supressão de artrópodes-pragas, plantas daninhas e doenças (BLASSIOLI-MORAES et al., 2014).

Apesar de esses produtos possuírem na atualidade um relativo sucesso na cadeia agroprodutora, os problemas relacionados ao seu uso vêm promovendo o desenvolvimento e utilização de métodos alternativos para o controle de insetos em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (COELHO, 2008).

O controle de mosca-das-frutas é realizado basicamente com aplicações de inseticidas sintéticos que ocorrem por meio de pulverizações em cobertura ou por meio de iscas-tóxicas (RAGA & SATO, 2016), atuando na maioria das vezes de forma não seletiva aos inimigos naturais (AGROFIT, 2016).

Lovatto et al. (2004) expuseram o empenho que os pesquisadores têm depositado para a criação e melhoramento de programas de controle biológico de pragas agrícolas utilizados nos programas de MIP. Essas práticas, além de suprimir pragas e conservarem os agentes de controle natural, visam a minimizar os danos decorrentes do uso indiscriminado de agrotóxicos, reduzir o significativo incremento que esses insumos representam no custo produtivo final, além da exigência social por alimentos de boa qualidade e livres de resíduos químicos.

Informações acerca desses parâmetros subsidiam o Sistema Integrado para definição das medidas de controle, além de permitirem a produção massal de inimigos naturais para liberações em campo visando à utilização simultânea de espécies de parasitoides para os diferentes estágios da praga.

## 2.4. AGENTES DE BIOCONTROLE: PARASITOIDES PUPAIS

Ao lado da taxonomia, do nível de controle e da amostragem, o controle biológico natural constitui um dos pilares de sustentação de qualquer programa de MIP (PARRA et al., 2002) e vem sendo utilizado como uma das principais táticas de controle, por ser um método ambientalmente seguro e eficaz (ARAUJO et al., 2007; BEZERRA et al., 2010).

Na classificação de inimigos naturais, os insetos parasitoides são seres que, apesar de não matarem imediatamente seu hospedeiro, parasitam organismos se alimentando de seus tecidos e os levando à morte antes de esses atingirem o estágio adulto (MARCHIORI et al., 2006).

Além de regularem de forma eficiente os insetos-praga, os parasitoides possuem características inerentes, tais como serem insetos monoécios (utilizam apenas um tipo de hospedeiro para completar o seu ciclo), serem menores que seus hospedeiros e o fato de os adultos serem de vida livre, de modo que apenas a fase imatura serve de parasita (GARCIA, 1991).

A aptidão da prole de insetos parasitoides é fortemente influenciada pela escolha do hospedeiro por parte da fêmea adulta, em particular aos ectoparasitoides de estágios não crescentes do hospedeiro (WANG & MESSING, 2004a). O parasitismo pode ser influenciado, então, de forma direta ou indireta por fatores bióticos (o hospedeiro, a adaptabilidade e a capacidade intrínseca da linhagem sob as condições de cada agroecossistema) e abióticos (condições climáticas, as características dos cultivos e o impacto ambiental dos agrotóxicos) (PRATISSOLI et al., 2002).

A eficiência destes parasitoides em campo pode ser melhorada por meio da capacidade de aprendizado associativo que essas espécies possuem em busca da maximização da atividade de busca desses inimigos naturais nos pomares, evitando, assim, uma dispersão da praga-alvo (POWELL & POPPY, 2001).

De acordo com Canal & Zucchi (2000), os estudos envolvendo parasitoides de moscas-das-frutas se iniciaram em 1902 e a sua utilização como inimigo natural da praga se deu por volta da década de 40, quando *C. capitata* invadiu o Havaí.

Os parasitoides pupais (idiobiontes) estão entre os primeiros inimigos naturais descritos e utilizados no controle das moscas-das-frutas no mundo (WHARTON, 1989). Todavia, a utilização de parasitoides de pupas em programas de manejo integrado se tornou obsoleta ao longo dos anos, principalmente graças aos numerosos programas de

controle biológico utilizando parasitoides de larva. Um exemplo disso é a introdução de *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead realizada no Brasil na década de 90 para liberações massais em áreas-piloto de algumas regiões do país. Este parasitoide está entre as cinco espécies de braconídeos da subfamília Opiinae de grande importância no controle de mosca-das-frutas (MATRANGOLO et al., 1998), principalmente do gênero *Anastrepha*, em virtude da facilidade de criação massal e especificidade à família Tephritidae (MALAVASI, 1996). No geral, a detecção de espécies de parasitoides pupais é realizada de forma equivocada por muitos pesquisadores, uma vez que as metodologias empregadas em coletas só permitem a captura de endoparasitoides cenobiontes de dípteros (OVRUSKI et al., 2000).

A maior parte dos parasitoides encontrados no Brasil parasitando moscas-das-frutas pertence às famílias Braconidae, Figitidae e Pteromalidae (CANAL & ZUCCHI, 2000). Até o momento, todas as espécies de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae) com hospedeiros conhecidos são endoparasitoides cenobiontes solitários de dípteros (SHAW & HUDDLESTON, 1991) e, em algumas amostras de campo, têm sido observados índices de parasitismo superiores a 30% (ARAUJO et al., 2005a).

Araujo (2011) explicou que, no geral, há pouca especificidade entre os parasitoides de moscas-das-frutas e, apesar de limitarem seus hospedeiros às espécies da família Tephritidae, esses inimigos naturais atacam moscas-das-frutas de diferentes grupos. Apesar de alguns acreditarem que a inespecificidade hospedeira de alguns parasitoides é fator desvantajoso na escolha do inimigo natural a ser utilizado contra determinada praga, espécies de parasitoides que atacam vários hospedeiros devem ser preferidos em programas de controle biológico, podendo ser utilizadas em várias culturas, sem grandes limitações (CANAL & ZUCCHI, 2000).

Silveira (2010) reforçou a ideia de que é necessário o conhecimento das espécies presentes antes de se praticar qualquer ação sobre esses ecossistemas, uma vez que a elevada diversidade presentes nesses ambientes dificulta a conservação desses organismos em caso de escassez de pesquisas. Assim, a utilização de controle biológico nos agroecossistemas necessita de levantamentos com metodologias adequadas para captura de espécies de parasitoides pupais nativos, para que não ocorram falhas no estabelecimento desses inimigos naturais em outras regiões e/ou não prejudiquem a manutenção desses organismos nativos em campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em:

<[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 28 de mar. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS (ABRAFRUTAS). Disponível em:

<[http://abrafrutas.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=280&lang=pt-br&limitstart=18](http://abrafrutas.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=280&lang=pt-br&limitstart=18)>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ANDRADE, P. F. S. Relatório Fruticultura: análise da conjuntura agropecuária. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), 2012.

ANDRIGUETO, J. R. et al. Produção Integrada de Frutas e Sistema Agropecuário de Produção Integrada no Brasil. In: Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável, alimentos seguros / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Anais... Brasília: Mapa/ACS, p. 35, 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2016. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016.

ARAUJO, A. A. R. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em frutíferas nativas no estado do Piauí**, Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí.

ARAUJO, E. L. et al. Microhimenópteros parasitóides associados à cultura do meloeiro em Mossoró, RN. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 7., 2005, Fortaleza. Programa e resumos... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 191, 2005a.

ARAÚJO, E. L. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Semi-Árido do Rio Grande do Norte: Plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005b.

ARAÚJO, E. L. et al. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no Semi-Árido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, s/n., p. 210-212, 2007.

ARAÚJO, E. L. et al. Espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região do baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 577-581, 2009.

ANDRADE, P. F. S. **Relatório Fruticultura**: análise da conjuntura agropecuária. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), 2012.

BLASSIOLI-MORAES, M. C. et al. **O uso de voláteis de plantas para o manejo de pragas e seus inimigos naturais**. XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2014.

Disponível em:

<[http://www.cbe2014.com.br/anais/arquivos/Maria\\_Carolina\\_Blassioli\\_Moraes.pdf](http://www.cbe2014.com.br/anais/arquivos/Maria_Carolina_Blassioli_Moraes.pdf)>.

Acesso em: 10 mai. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretária de Defesa Agropecuária. **Plano de Defesa Agropecuária (PDA)**. Brasília: Mapa/ACS, 2016, 33p.

BOMFIM, Z. V.; CARVALHO, R. S.; CARVALHO, C. A. L. Relações interespecíficas entre parasitoides nativos de moscas-das-frutas e o braconídeo exótico

*Diachasmimorpha longicaudata* em frutos de 'umbu-cajá. **Ciência Rural**, Rio Grande do Sul, v. 40, p. 77-82, 2010.

BRAZILIAN FRUIT. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org/>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.

BUAINAIN, A. M. et al. Cadeia Produtiva de Frutas - Série Agronegócios. Brasília: IICA - Série Agronegócios, v. 7, 101p., 2007.

CARVALHO, R. S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil.** 182f. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. **Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, Porto Alegre, RS, Brasil, vol. 47, s/n., 2009.

CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides – Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (org.). Moscas-das frutas de Importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: **Holos Editora**, 2000. p. 119-126.

CLARKE, A. R. et al. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 50, p. 293-319, 2005.

COELHO, S. A. M. P. **Resistência de genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) a *Bemisia tabaci* Biotipo B.** 61f. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônomo, Campinas/SP, 2008.

DE MEYER, M. et al. Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitidis rosa*). **Journal of Biogeography**, Estados Unidos da América, v. 35, p. 270–281, 2008.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 109-120, 2011.

FLEISHER, F. D. **Importância de la familia Tephritidae en la fruticultura.** In: CURSO DE CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCAS DE LA FRUTA, 2004, Metapa de Dominguez, Chiapas, México. Memoria. Metapa de Domínguez: Programa Moscamed-Moscafrut, p. 11-15, 2004.

GALDINO, L. T.; RAGA, A. Semioquímicos em Moscas-das-frutas. São Paulo: **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 29, p. 1-30, 2016.

GALLO, D. et al. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920 p.

GARCIA, M. A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, SP: Manole, 1991. p. 289-311.

IHERING, H. Von. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, Maceió, n. 6, p. 179, 1901.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Panorama da cadeia produtiva de frutas em 2012 e projeções para 2013**. São Paulo. 127 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

LIQUIDO, N. J. et al. An encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). In: THOMPSON, F. C. (org.). **Fruit fly expert system and systematic information database**. Diptera Data Dissemination Disk, version 1.0. Leiden: North American Dipterists Society, 1998.

LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassicae oleracea* var. *acephala*). **Ciência Rural**, Rio Grande do Sul, v. 34, n. 4, p. 971-978, 2004.

MALAVASI, A. Programa de liberação inundativa de parasitoides para o controle de moscas-das-frutas na América Latina. In: ZAPATER, M. C. (org.). **El control biológico em América Latina**. Buenos Aires: NTRS/IOBC, 1996. p. 129-131.

MALAVASI, A. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In: Curso Internacional De Capacitação em Moscas-Das-Frutas, 5., 2009, Vale do São Francisco, Brasil. Biologia, monitoramento e

controle de moscas-das-frutas. Juazeiro: Biofábrica Moscamed Brasil, 2009. Editado por Aldo Malavasi e Jair Fernandes Virginio. p. 1-5.

MARCHIORI, C. H. et al. Parasitóides de dípteros coletados em Itumbiara, GO, e Tupaciguara, MG, Brasil. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 371-374, 2006.

MATRANGOLO, W. J. R. et al. Parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 4, p. 593-603, 1998.

NASCIMENTO, J. B. Fatores que afetam a liberação e a eficiência de parasitoides no controle biológico de insetos-praga. **Enciclopédia Biosfera**. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. Brasil, v. 7, 21p., 2011.

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

NÚÑEZ-CAMPERO, S. R.; ALUJA, M.; RULL, J.; OVRUSKI, S. M. Comparative demography of three neotropical larval-prepupal parasitoid species associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, Amsterdam, v. 69, p. 8-17, 2014.

OLIVEIRA, A. C.; FARIAS FILHO, S. M. Um paralelo entre os produtores de frutas do pólo Petrolina-Juazeiro com os fruticultores de toda a área de atuação do BNB. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador/BA, v. 14, n. 26, p. 13-25, 2012.

OVRUSKI, S. M.; SCHLISERMAN, P. Biological control of tephritid fruit flies in Argentina: historical review, current status, and future trends for developing a parasitoid mass- release program. **Insects**, Austrália, v. 3, s/n., p. 1-19, 2012.

OVRUSKI, S. et al. Hymenoptera parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and Southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and

their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Nova York, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.

PARANHOS, B. A. J. Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira. 2008. Disponível em:  
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/158610/1/OPB2070.pdf>>.  
Acesso em: 06 ago. 16.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

POWELL, W.; POPPY, G. Host localization by parasitoids. In: WOIWOD, I. P.; REYNOLDS, D. R.; TOMAS, C. D. (org.). **Insect Movement: Mechanisms and Consequences**. Wallingford: CAB International, IOBC, 2001. p. 111-128.

PRATISSOLI, D. et al. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista/Bahia, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2002.

RAGA, A.; SATO, M. E. Controle Químico de Moscas-das-frutas. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 20, p. 1-14, 2016.

ROSSI, G. D. **Explorando as interações hospedeiro-parasitoide para a identificação de moléculas com potencial biotecnológico**. 126f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SILVEIRA, M. A. P. A. **Análise faunística de insetos nas margens do Alto Rio Madeira, Porto Velho, Rondônia, Brasil**. 74f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2010.

SZYNISZEWSKA, A. M.; TATEM, A. J. Global Assessment of Seasonal Potential Distribution of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **PLoS ONE**, California, v. 9, n. 11, 13p., 2014.

SHAW, M. R.; HUDDLESTON, T. Classification and biology of Braconidae wasps (Hymenoptera: Braconidae). Handbooks for the Identification of British Insects. Part 11. **Royal Entomological Society of London**, Inglaterra, v. 7, p. 1-126, 1991.

SECEX/MDIC. Secretaria de comércio exterior/ Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio. Exportações brasileira de frutas. Disponível em: <<http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies in the state of São Paulo (Brazil): occurrence and damages. **LARANJA**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1 p. 45-69, 2003.

VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; ZUCCHI, R. A. Goiás. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (org.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: **Holos Editora**, Ribeirão Preto, 2000. p. 247-252.

WANG, X. G.; MESSING, R. H. Fitness consequence of body size-dependent host species selection in a generalist ectoparasitoid. **Behavioral Ecology And Sociobiology**, Berlin, v. 56, p. 513-522, 2004.

WHARTON, R. A. Classical Biological control of fruitinfesting Tephritidae. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (org.). World Crop Pests - Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control. **Netherlands: Elsevier**, v. 3B, p. 303-313, 1989.

WHARTON, R. A.; YODER, M. J. Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae. Disponível em: <<http://paroffit.org>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, sinônimas, plantas hospedeiras e parasitoides. In: MALAVASI, A. & ZUCCHI, R. A. (org.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 41-48.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (org.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto: **Holos Editora**, 2001. p. 15-22.

ZUCCHI, R. A. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. 2012. Disponível em: <[www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/](http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/)>. Acesso em: 30 jan. 2017.

ZUCCHI, R. A. et al. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 72-77, 2004.

## CAPÍTULO II – PARASITOIDES PUPAIS DE *Ceratitis capitata* NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN

### RESUMO

A produção e exportação de frutas tropicais *in natura* é uma das principais atividades agrícolas da região nordeste brasileira, que se caracteriza por apresentar clima semiárido. No entanto, a presença de insetos-praga, como as moscas-das-frutas, dificulta a produção e exportação nesse segmento frutícola. A principal espécie de moscas-das-frutas de importância econômica e quarentenária presente no semiárido brasileiro é a *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). O uso de inseticidas sintéticos ainda é o método mais usual para supressão dessas populações. Contudo, no contexto da produção integrada, a utilização de organismos benéficos é uma prática desejável para a diminuição populacional desses tefritídeos, com destaque aos parasitoides. Apesar de haver algumas informações sobre os parasitoides larvais de moscas-das-frutas no semiárido, praticamente não existem registros da ocorrência de parasitoides pupais de *C. capitata* na referida região. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar se existem parasitoides pupais associados a *C. capitata* no semiárido brasileiro. O levantamento foi realizado no município de Mossoró (RN), no período de maio a setembro de 2016. Para obtenção dos parasitoides, pupas de *C. capitata* produzidas em laboratório foram expostas ao parasitismo natural em campo. Nos levantamentos, foram obtidas quatro espécies de parasitoides pupais, todas pertencentes à ordem Hymenoptera e família Pteromalidae: *Spalangia simplex* Perkins; *Spalangia leiopleura* Gibson; *Spalangia impunctata* Howard; e *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani), sendo esta última a espécie mais comum, com índice de parasitismo natural de 12,17%. Estes são os primeiros relatos de *S. leiopleura* e *S. impunctata* parasitando pupas de *C. capitata*, no Brasil.

**Palavras-chave:** Mosca-do-mediterrâneo. Produção Integrada. Controle biológico. Pteromalídeos.

## CHAPTER II – PUPAL PARASITIDS OF *Ceratitis capitata* IN THE MUNICIPALITY OF MOSSORÓ/RN

### ABSTRACT

The production and export of tropical fruits in nature is one of the main agricultural activities of the Northeastern Brazilian region, which is characterized by the semiarid climate. However, the presence of pest insects, such as fruit flies, hampers the production and export in this fruit segment. The main species of fruit flies of economic and quarantine importance in Brazilian semiarid is *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). The use of synthetic insecticides is still the most usual method for suppression of these populations. However, in the context of integrated production, the use of beneficial organisms is a desirable practice for a population decrease of these tefritídeos, featured the parasitoids. Although there is some information about the larval parasitoids of fruit flies in the semi-arid, there are practically no records of the occurrence of pupal parasitoids of *C. capitata*, in mentioned region. Therefore, the objective of this work was to verify if there are pupal parasitoids associated to *C. capitata* in the Brazilian semiarid. The survey was carried out in the municipality of Mossoró (RN), from May to September 2016. To obtain the parasitoids, pupae of *C. capitata* produced in the laboratory were exposed to natural parasitism in the field. In the surveys, four species of parasitoids were obtained, all belonging to the order Hymenoptera and family Pteromalidae: *Spalangia simplex* Perkins; *Spalangia leiopleura* Gibson; *Spalangia impunctata* Howard; and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani), the latter being the most common species, with a natural parasitism index of 12.17%. These are the first reports of *S. leiopleura* and *S. impunctata* parasitizing pupae of *C. capitata*, in Brazil.

**Keywords:** Mediterranean Fruit Fly. Integrated production. Biological Control. Pteromalids.

## 1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre os principais insetos que ocasionam prejuízos à fruticultura, sendo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) a espécie de maior importância econômica (PARANHOS, 2008) e quarentenária (AZEVEDO et al., 2012).

Consumidores de frutas *in natura*, cada vez mais exigentes por alimentos com níveis reduzidos de resíduos de agrotóxicos (AZEVEDO et al., 2016), estimulam a busca por alternativas ecologicamente viáveis para supressão de insetos-pragas, como o controle biológico (PINOTTI & SANTOS, 2013). Desse modo, o uso de agentes biológicos na fruticultura surgiu como uma alternativa que agrega valor ao produto e oferece maior segurança alimentar aos consumidores (NASCIMENTO et al., 2008).

Entre os inimigos naturais que atuam no controle biológico de moscas-das-frutas, Zucchi (2001) destaca os parasitoides como os mais efetivos e promissores no manejo de tefritídeos-praga, tendo sido registradas mais de 140 espécies associados a esses dípteros no mundo.

No Brasil, a maioria dos parasitoides associados com as moscas-das-frutas pertence às famílias Braconidae, Figitidae e Pteromalidae (CRUZ, NEUTZLING & GARCIA, 2011). Os braconídeos que parasitam moscas-das-frutas, geralmente parasitoides de larva-pupa (cenobiontes), têm sido comumente encontrados nos levantamentos (OVRUSKI et al., 2000) e são conhecidos devido à sua especificidade quanto aos tefritídeos (CARVALHO, NASCIMENTO & MATRANGOLO, 2000), por isso estão entre os principais inimigos naturais utilizados para o controle de larvas desses dípteros. Por sua vez, os pteromalídeos, parasitoides pupais (idiobiontes) associados às moscas-das-frutas, são generalistas (MARCHIORI & SILVA FILHO, 2007), o que dificulta seu uso em programas de controle biológico dessa praga, por se dispersarem no ambiente em busca de hospedeiros alternativos e serem primariamente parasitoides de alguns dípteros responsáveis pela polinização em muitas culturas.

Em virtude das dificuldades na detecção dos parasitoides pupais de moscas-das-frutas, a distribuição geográfica descrita desses inimigos naturais se tornou confusa em muitos estudos, isso porque a metodologia empregada em muitas pesquisas (coleta de frutos, transporte para um determinado laboratório, obtenção dos pupários provenientes das larvas infestantes, emergência e coleta dos parasitoides) praticamente só permite a captura de endoparasitoides cenobiontes de dípteros (OVRUSKI et al., 2000), ao passo

que a captura de parasitoides pupais requer a utilização de pupários de moscas-das-frutas para que se tenha certeza acerca da natureza daquele inimigo natural.

Os registros brasileiros de parasitoides pupais associados com moscas-das-frutas (Tephritidae) são escassos, restringindo-se praticamente a *Coptera haywardi* Loiácono (Hymenoptera: Diapriidae), registrado em Seropédica/RJ (AGUIAR-MENEZES, MENEZES & LOIACONO, 2003); *Trichopria anastrephae* Lima (Hymenoptera: Diapriidae), na Bahia (SOUZA-FILHO et al., 2007) e em Capão do Leão/RS (CRUZ, NEUTZLING & GARCIA, 2011); *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae), capturados em Seropédica/RJ (AGUIAR-MENEZES, MENEZES & LOIACONO, 2003) e Presidente Prudente/SP (MONTES et al., 2011); e espécies do gênero *Spalangia* (Hymenoptera: Pteromalidae), como *S. gemina* Boucek e *S. endius* Walker no Mato Grosso do Sul (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003); e *S. simplex* Perkins, em Jaboticabal/SP (FERNANDES et al., 2013). Todos os relatos se deram em associação com espécies do gênero *Anastrepha* (Tephritidae).

Na região semiárida do Brasil, não há levantamentos deste grupo de parasitoides a partir da exposição direta de pupários em campo. Todavia, o uso de parasitoides pupais pode auxiliar no manejo integrado desses tefritídeos, principalmente em regiões onde há poucas espécies de parasitoides de larva-pupa associados à referida praga.

Desta forma, a combinação de estudos taxonômicos, biológicos e comportamentais torna-se uma ferramenta de grande valia para o real entendimento desses organismos (DEUS & ADAIME, 2013). Então, estudos de levantamentos são a base para futuras pesquisas envolvendo parasitoides. Acrescendo-se a isto a necessidade de pesquisas aplicadas sobre ecologia e o potencial de utilização desses insetos como agentes de controle biológico, que poderão dar subsídio aos programas de manejo integrado na região.

Pelo supracitado, é imprescindível o levantamento das espécies de parasitoides pupais de *C. capitata* no semiárido brasileiro a fim de se conhecer a diversidade deste grupo de agentes de controle biológico, bem como subsidiar futuras pesquisas sobre sua bioecologia, visando ao uso desses inimigos naturais em programas de manejo integrado de *C. capitata*. Portanto, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento de parasitoides pupais de *C. capitata* no município de Mossoró-RN a fim de se conhecer a diversidade desses inimigos naturais na região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. PROCEDÊNCIA DAS MOSCAS

As coletas dos frutos foram realizadas no município de Mossoró (5° 11' S - 37° 25' W), Rio Grande do Norte, no período de março a abril de 2016. As amostras de frutos coletados foram devidamente identificadas, acondicionadas em sacos de papel e conduzidas ao Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA. No laboratório, os frutos foram depositados em bandejas sobre uma camada de vermiculita e cobertas com tecido *voil*, onde permaneceram por aproximadamente dez dias para obtenção dos pupários. Posteriormente, peneirou-se a vermiculita e os pupários obtidos foram acondicionados em placas de *Petri* (10 cm de diâmetro), envoltos por filme plástico até a emergência dos adultos, sendo utilizados para início da criação de *C. capitata*.

### 2.2. CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE *Ceratitis capitata* EM FRUTOS

A criação de manutenção de *C. capitata* foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia Aplicada, localizado no Setor de Fitossanidade, do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Os adultos de *C. capitata* foram criados em gaiolas de acrílico (75 x 30 x 150 cm), mantidas em uma sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C de temperatura, umidade relativa de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas).

A dieta para adultos foi composta de mistura de levedo de cerveja + gérmen de trigo + açúcar, ofertada em placas de petri ( $\varnothing = 07$  cm). O fornecimento de água se dava por meio de uma garrafa plástica contendo água destilada e fitas Spontex® para facilitar a absorção.

Frutos de mamão (*Carica papaya* L.) eram utilizados como substrato de oviposição para as fêmeas, sendo substituídos diariamente. Retirados das gaiolas, os frutos eram postos sobre uma camada de vermiculita em uma bandeja coberta com tecido do tipo *voil*, onde as larvas completaram seu desenvolvimento e passaram à fase de pupa. Os pupários permaneciam em vermiculita por um período de 5 a 7 dias, quando então eram separados por peneiramento e transferidos para placas de *Petri*. Lotes de pupários eram acondicionados em bandejas vedadas com tecido não tecido (TNT) preto, para impedir a passagem de luz, onde permaneceram até a emergência dos

adultos, os quais, em seguida, eram transferidos para as gaiolas de adultos, fechando o ciclo de criação.

### 2.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O levantamento de parasitoides pupais de *C. capitata* foi realizado no município de Mossoró (5° 11' S - 37° 25' W), Rio Grande do Norte, no período de maio a setembro de 2016.

Para captura dos parasitoides pupais, armadilhas contendo pupários de *C. capitata*, provenientes da criação de manutenção do Laboratório de Entomologia Aplicada, eram levadas a pomares domésticos já infestados pela praga.

Em intervalos quinzenais, pupários de *C. capitata* com até 48 horas de idade eram expostos sobre uma fina camada de vermiculita, depositados em potes plásticos com capacidade para 500 mL, alocados em bandejas plásticas contendo uma solução de água + detergente neutro para evitar predação por outros insetos. Em cada pote plástico, eram depositados em média 200 pupários. O número de unidades instaladas em campo foi aleatório, variando de acordo com a disponibilidade de hospedeiros e tamanho da área plantada com as frutíferas.

Dois dias após exposição em campo, os pupários eram coletados, sendo em seguida levados ao laboratório, acondicionados em placas de *Petri* e cobertos com plástico filme até a emergência dos adultos (moscas ou parasitoides). Os parasitoides emergidos foram mortos com álcool, quantificados, etiquetados e fixados em frascos contendo álcool 70%.

Os parasitoides foram identificados pelo taxonomista Dr. Valmir Antônio Costa, taxonomista de himenópteros parasitoides, pesquisador científico do Instituto Biológico e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Todo o material identificado encontra-se depositado no Laboratório do Instituto Biológico.

O cálculo de parasitismo seguiu fórmula: % Parasitismo = (n° parasitoides emergidos/n° de pupas ofertadas) \*100, ao passo que a porcentagem de abundância foi calculada por meio da equação: (n° de parasitoides de cada espécie x 100) ÷ n° total de parasitoides coletados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo, foram obtidos 158 parasitoides pupais (88 fêmeas e 62 machos) nos pomares avaliados, todos pertencentes à ordem Hymenoptera e família Pteromalidae. Essa é uma das maiores famílias de Chalcidoidea e agrupa os principais gêneros de parasitoides pupais de moscas-das-frutas no mundo (NOYES, 2017). As espécies obtidas foram: *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani, 1875), *Spalangia simplex* Perkins, 1910, *Spalangia leiopleura* Gibson, 2009 e *Spalangia impunctata* Howard, 1897.

*P. vindemmiae* apresentou índices de parasitismo natural sobre *C. capitata* de 12,17% e foi o mais abundante no levantamento (92,41%). *P. vindemmiae* é um importante ectoparasitoide idiobionte (ZHAO et al., 2013) que foi introduzido no continente americano pela Costa Rica em 1955, para o controle de *C. capitata* (OVRUSKI et al. 2000). Devido à sua ampla gama de hospedeiros, este parasitoide tem se disseminado para várias regiões da América, sendo comum nos levantamentos de inimigos naturais. Por ser generalista, *P. vindemmiae* já foi relatado parasitando várias espécies de dípteros de importância médico-veterinária, como, por exemplo, *Musca domestica* Linnaeus, *Oxysarcodexia thornax* Walker, *Peckia chrysostoma* Wiedemann, *Ornidia obesa* Fabricius (MARCHIORI, BORGES & FERREIRA, 2013).

No que concerne à associação de *P. vindemmiae* com as moscas-das-frutas, em várias partes do mundo há registros de *P. vindemmiae* parasitando espécies de importância agrícola dos gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (NOYES, 2017). Algumas espécies de *Ceratitis* também são relatadas como hospedeiras de *P. vindemmiae*: *Ceratitis cosyra*, *C. silvestrii*, *C. quinaria*, *C. fasciventris*, *C. anonae*, *C. ditissima*, *C. anonae* (VAYSSIERES et al., 2002) e *C. capitata* (OVRUSKI et al., 2006; HARBI et al., 2015). No Brasil, até o momento, foram relatadas associações de *P. vindemmiae* apenas com *A. fraterculus* em Pelotas/RS (SALLES, 1996) e *C. capitata* em Presidente Prudente/SP (MONTES et al., 2011). Portanto, este é o primeiro relato de *P. vindemmiae* parasitando *C. capitata* no semiárido brasileiro.

As espécies de *Spalangia* capturadas neste trabalho, *S. leiopleura*, *S. simplex* e *S. impunctata*, apresentaram índices de parasitismo de 0,83%, 1% e 0,5%, respectivamente, nos pupários de *C. capitata* expostos em campo. Os índices de abundância foram de 3,16% (4 fêmeas e 1 macho), 3,79% (6 fêmeas) e 0,63% (1 fêmea), respectivamente.

*S. leiopleura* foi descrita recentemente na América do Norte e no México, como uma das 13 novas espécies de *Spalangia* registradas no mundo (GIBSON, 2009). Os dados da pesquisa supõem que esta espécie se encontra em constante processo de dispersão pela América. *S. impunctata* foi proposta em 2009 como uma nova sinonímia para *S. lanaiensis* Ashmead, sendo considerada possivelmente uma espécie circuntropical (GIBSON, 2009). *S. simplex* é uma espécie recém-registrada do Novo Mundo (GIBSON, 2009; DEUS & ADAIME, 2013) e, assim como *S. impunctata*, também foi relatada pela primeira vez na Índia, ambas a partir de pupas de *Drosophila* em frutos de jaca (GIBSON, 2009). O gênero *Spalangia* se destaca por apresentar parasitoides pupais de dípteros das famílias Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Drosophilidae e Tephritidae (CARVALHO; MELLO & D'ALMEIDA, 2003).

Dentre as espécies de *Ceratitis*, há relatos da associação de *S. simplex* com *C. cosyra*, *C. silvestrii*, *C. quinaria*, *C. fasciventris*, *C. anonae*, *C. ditissima* e *C. anonae*, em Mali, na África (VAYSSIERES et al., 2002). No Brasil, espécies de *Spalangia* foram registradas parasitando apenas moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*, nos estados de São Paulo (FERNANDES et al., 2013), Mato Grosso do Sul (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003) e Rio de Janeiro (AGUIAR-MENEZES, MENEZES & LOIACONO, 2003). Dessa maneira, estes são os primeiros registros de *S. leiopleura* e *S. impunctata* parasitando pupas de *C. capitata* no Brasil.

As espécies de *Spalangia* são passíveis de utilização no controle biológico por serem primariamente parasitoides de moscas sinantrópicas em várias partes do mundo (MARCHIORI, 2002). Moscas sinantrópicas são espécies adaptadas às modificações antrópicas no ambiente (GONÇALVES et al., 2011). Semelhantemente, as espécies de parasitoides se adequam aos seus hospedeiros como resultado de um processo co-evolutivo dessas espécies. Supostamente, por esse motivo, as espécies de *Spalangia* identificadas no levantamento puderam ser coletadas na área urbana do município de Mossoró/RN parasitando dípteros de importância agrícola como *C. capitata*.

No semiárido nordestino, os estudos de levantamento das moscas-das-frutas e seus hospedeiros têm sido relativamente frequentes. No entanto, as informações sobre os parasitoides são mais escassas, principalmente com relação aos parasitoides pupais, sendo o presente trabalho um dos pioneiros na região e linha prioritária futura para estudos ecológicos de longa duração.

#### 4. CONCLUSÃO

Os parasitoides pupais de *Ceratitis capitata* obtidos no município de Mossoró (RN), semiárido brasileiro, foram: *Pachycrepoideus vindemmiae*, *Spalangia simplex*, *S. leiopleura* e *S. impunctata*, todos pertencentes à ordem Hymenoptera e família Pteromalidae. *Pachycrepoideus vindemmiae* foi o mais abundante (92,41%) e o que apresentou o maior índice de parasitismo (12,17%). Estes são os primeiros relatos de *S. leiopleura* e *S. impunctata* parasitando pupários de *C. capitata*, no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B.; LOIACONO, M. S. First record of *Coptera haywardi* Loiacono (Hymenoptera: Diapriidae) as a parasitoid of fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 355-358, 2003.

ANDRADE, P. F. S. Relatório Fruticultura: análise da conjuntura agropecuária: safra 2011/12. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB)**, Paraná, 9 f., 2012.

AZEVEDO, F. R. et al. Eficácia de armadilhas e atrativos alimentares alternativos na captura de moscas-da-fruta em pomar de goiaba. **Arquivos do Instituto Biológico** (Online), v. 79, p. 343-352, 2012.

AZEVEDO, F. R. et al. Efeito do ensacamento sobre a incidência de moscas-das-frutas e na qualidade das goiabas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 83, p. 1-8, 2016.

CARVALHO, A. R.; MELLO, R. P.; D'ALMEIDA, J. M. Microhimenópteros parasitóides de *Chrysomya megacephala*. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 810-812, 2003.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. T. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (org.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 113-117, 2000.

CLARKE, A. R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S.; RODERICK, G. K.; YEATS, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 50, p. 293-319, 2005.

CRUZ, P. P.; NEUTZLING, A. S.; GARCIA, F. R. M. Primeiro registro de *Trichopria anastrephae*, parasitoide de moscas-das-frutas, no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1297-1299, 2011.

DEUS, E. G.; ADAIME, R. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. **Biota Amazônia**, Amapá, v. 3, n. 3, p. 157–168, 2013.

FERNANDES, D. R. R. et al. Frugivorous Flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and Native Parasitoids (Hymenoptera) Associated with *Pouteria caimito* (Sapotaceae) in Brazil. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 96, p. 255-257, 2013.

GIBSON, G. A. P. Revision of new world Spalangiinae (Hymenoptera: Pteromalidae). **Zootaxa** 2259, p. 1-159. 2009.

GONÇALVES, L. et al. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de mata atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 50-55, 2011.

HARBI, A. et al. First record of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing pupae of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Tunisia. **African Entomology**, África do Sul, v. 23, n. 2, p. 514-518, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm)>. Acesso em: 24 set. 2016.

MARCHIORI, C. H. Microhimenópteros parasitóides de diptera associados às fezes de gado bovino coletadas em Itumbiara e Cachoeira Dourada em Goiás. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, [S.l.], v. 69, n. 1, p. 55-58, 2002.

MARCHIORI, C. H.; BORGES, L. M. F.; FERREIRA, L. L. Hosts of the parasitoid *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) of medical-

veterinary and economic importance collected in the State of Goiás, Brazil. **American Journal of Life Sciences**, Nova York, n. 1, p. 228-231, 2013.

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

NASCIMENTO, A. S. et al. Técnica do Inseto Estéril (TIE) nova tecnologia para o controle de moscas-das-frutas no Brasil: Projeto Piloto Livramento de Nossa Senhora. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 8, p. 53-57, 2008.

NOYES, J. S. 2017. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2017.

OVRUSKI, S. et al. Hymenoptera parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and Southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Nova York, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.

OVRUSKI, S. M. et al. A review of hymenopterous parasitoid guilds attacking *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina. **Proceedings of the 7th international symposium on fruit flies of economic importance**, Salvador. 2006.

PARANHOS, B. A. J. Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira. 2008. (Apresentação de Trabalho/Simpósio). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/158610/1/OPB2070.pdf>>. Acesso em: 06 de agosto 2016.

PINOTTI, M. M. Z.; SANTOS, J. C. P. From the ancient times of the agriculture to the biological control in plants: a little of the history. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1797-1803, 2013.

SALLES, L. A. B. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 769-774, 1996.

SOUZA-FILHO, Z.A. et al. Endemic parasitoids associated with *A. nastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) infesting guava (*Psidium guajava* L.) in southern Bahia, Brazil. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 90, p. 783-785, 2007.

UCHÔA-FERNANDES, M. A. et al. Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 181-186, 2003.

VAYSSIERES J-F et al. Diversity and pest control potential of hymenopteran parasitoids of *Ceratitis* spp. in mangos in Mali. In: **Proceedings of 6th International Fruit Fly Symposium**, Stellenbosch, p. 461-464, 2002.

ZHAO, H. Y. et al. Effects of host age on the parasitism of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), an ectoparasitic pupal parasitoid of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomological Society**, Flórida, v. 96, p. 451-457, 2013.

ZUCCHI, R. A. **Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) assinaladas no Brasil**. 105f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (org.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 15-22.

### **CAPÍTULO III – PARASITISMO DE *Pachycrepoideus vindemmiae* SOBRE DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DE *Ceratitis capitata***

#### **RESUMO**

Dentre os métodos de controle de mosca-das-frutas no mundo, os inimigos naturais, como os parasitoides, estão sendo cada vez mais requisitados para uso em programas de manejo integrado. No Brasil, a maioria dos registros existentes diz respeito aos endoparasitoides cenobiontes de larvas de mosca-das-frutas, havendo carência de literatura acerca dos ectoparasitoides pupais. *Pachycrepoideus vindemmiae* está entre eles por ser um ectoparasitoide pupal capaz de parasitar uma das mais importantes pragas para a fruticultura mundial, *Ceratitis capitata*. Os parasitoides pupais, apesar de já terem sido utilizados no controle biológico em muitos países, geralmente são identificados por meio de metodologias inadequadas, uma vez que alguns autores afirmam ter realizado as capturas com a coleta de frutos e obtenção dos pupários de larvas infestantes. A dúvida existente sobre a capacidade de parasitismo de parasitoides pupais sobre estágios imaturos nos levou a investigar a capacidade de parasitismo de *P. vindemmiae* em relação a diferentes estágios de desenvolvimento de *C. capitata*. Em condições de laboratório, larvas de 3º instar, pre-pupa e pupas de 3 dias de idade de *C. capitata* foram expostas ao parasitismo de *P. vindemmiae* por 24 horas. Cada tratamento (idade hospedeira) continha 16 repetições (arena de parasitismo), com 15 indivíduos de cada estágio hospedeiro e dois casais de parasitoides cada. Após a exposição, os espécimes foram individualizados em tubos de ensaio até a emergência do adulto (mosca ou parasitoide), registrando-se o número de emergidos. Como controle, 100 pupas de *C. capitata* foram criadas sob as mesmas condições experimentais para se obter a porcentagem de emergência e mortalidade natural das moscas. A fase de pupa foi a preferida pelo parasitoide (23,89% de parasitismo), seguida da pre-pupa (2,5% de parasitismo), não havendo sucesso de parasitismo de *P. vindemmiae* sobre o estágio larval, demonstrando especificidade do parasitoide sobre o estágio pupal.

**Palavras-chave:** Fruticultura. Mosca-das-frutas. Parasitoide. Manejo de Pragas.

### CHAPTER III - PARASITISM OF *Pachycrepoideus vindemmiae* ON DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES OF *Ceratitis capitata*

#### ABSTRACT

Among the methods of controlling fruit fly in the world, the natural enemies, such as parasitoids, are increasingly being required for use in integrated management programs. In Brazil, most of the existing records is related to the cenobionts endoparasitoids of fruit fly larvae, and there is a lack of literature on pupae ectoparasitoids. *Pachycrepoideus vindemmiae* is among them for being a pupal ectoparasitoid capable of parasitizing one of the most important pests for the World fruit growing, *Ceratitis capitata*. The pupae parasitoids, although have been used in the biological control in many countries, are identified through inadequate methodologies, since some authors claim to have carried out the catches by collecting fruits and obtaining puparia of weed larvae. The existing dubiety about the parasitism capacity of pupal parasitoids on immature stages led us to investigate the parasitism capacity of *P. vindemmiae* in relation to different stages of development of *C. capitata*. In laboratory conditions, 3rd instar larvae, pre-pupae and 3-day old pupae of *C. capitata* were exposed to parasitism of *P. vindemmiae* for 24 hours. Each one is composed of 16 replicates (parasitism arena), with 15 individuals from each host stage and two pairs of parasitoids each. After exposure, the specimens were individualized in test tubes until adult emergence (fly or parasitoid), registering the number of emergencies. As control, 100 pupae of *C. capitata* were created under the same experimental conditions to obtain the emergence percentage and natural mortality of the flies. The pupae stage was preferred by the parasitoid (23.89% of parasitism), followed by pre-pupae (2.5% of parasitism) and there was no success of parasitism of *P. vindemmiae* on larval stage, showing peculiarity of the parasitoid on the pupal stage.

**Keywords:** Fruticulture. Fruit fly. Parasitoid. Pest Management.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Ovruski et al. (2000), pode-se fazer distinção entre três grupos de parasitoides de dípteros frugívoros: (1) endoparasitoides cenobiontes de ovos, a citar o braconídeo *Fopius arisanus* Sonan; (2) os endoparasitoides cenobiontes de larva, como os braconídeos das subfamílias Opiinae e Alysiinae; (3) os ecto e endoparasitoides idiobiontes de pupas, como Chalcididae, Pteromalidae e Diapriidae.

A família Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) atualmente inclui 588 gêneros e 3.506 espécies de espécies de parasitoides (NOYES, 2017), muitas das quais têm importância no controle biológico de insetos-praga. Em geral, muitos pteromalídeos se desenvolvem como ectoparasitoides de larvas ou pupas e alguns são idiobiontes (paralisam o desenvolvimento do hospedeiro) de ordens como Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Diptera (IORIATTI, 1995).

Das espécies descritas na família Pteromalidae, *Pachycrepoideus vindemmia* (Rondani) é considerado um hiperparasitoide facultativo (CHEN et al., 2015) e ectoparasitoide primário solitário de várias famílias de Diptera (TORMOS et al., 2009), como, por exemplo, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Tachinidae e Tephritidae (MARCHIORI, BESSA & RIBEIRO, 2012).

A família Tephritidae se destaca entre as 125 mil espécies de dípteros no mundo (BARRACO VEJA, 2003) por ocasionar danos diretos aos frutos, além de perdas produtivas no mercado mundial devido às restrições fitossanitárias às exportações de frutas frescas (QUERINO et al., 2014), sendo importantes pragas do ponto de vista econômico mundial.

É importante ressaltar que parte do desenvolvimento da mosca-das-frutas se dá no solo (estágio pupal) (NAVA & BOTTON, 2010), não havendo manejo cultural adequado e praticado para o controle dessa fase em campo, ocasionando uma reinfestação no pomar, mesmo com aplicações sucessivas de inseticidas. Dessa forma, a utilização do controle biológico, para a regulação das populações dessas pragas, se faz mais eficiente por abranger todo o espectro de infestação desses dípteros.

Dentre os tefritídeos de importância econômica, *P. vindemmia* parasita espécies dos gêneros *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Dacus*, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (NOYES, 2017), onde apenas o parasitismo em *Anastrepha fraterculus* (SALLES, 1996) e *Ceratitis capitata* (MONTES et al., 2011) foi relatado no Brasil até o momento.

Apesar da amostragem sobre as espécies de tefritídeos em frutos comerciais, há um viés metodológico sobre a forma como as amostras são processadas para identificação da diversidade de parasitoides pupais. A maioria dos registros pertence a endoparasitoides cenobiontes de larvas, havendo ausência na literatura acerca dos ectoparasitoides pupais (OVRUSKI et al., 2000) por meio da exposição direta de pupários em campo.

Os parasitoides são classificados de acordo com o seu desenvolvimento (endo e ectoparasitoides), bem como quanto aos estágios hospedeiros que atacam, que os enquadram em parasitoides de ovos, larvas, pupas ou de adultos (PARRA et al., 2002). Logo, a postura realizada em estágios inadequados de seus hospedeiros pode ocasionar um declínio na sobrevivência da prole ou no tamanho dos adultos, sendo preferível o parasitismo em insetos com estágio de desenvolvimento específico (CAMPOS-FARINHA & CHAUD-NETTO, 2000).

Pelo supracitado, é imprescindível o estudo dos aspectos biológicos e de parasitismo desses organismos para que programas de manejo integrado possam fazer uso eficiente desses inimigos naturais em agroecossistemas, como auxílio ao controle de pragas de importância agrícola. Assim, o presente estudo buscou saber se o parasitoide *P. vindemmiae* consegue parasitar diferentes estágios de desenvolvimento de *C. capitata*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada do Setor de Fitossanidade no Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA sob as condições de  $25 \pm 2$  °C de temperatura, umidade relativa de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas.

### 2.1. CRIAÇÃO DE *Pachycrepoideus vindemmiae*

A população de *P. vindemmiae* foi inicialmente estabelecida a partir da emergência de parasitoides adultos oriundos de pupários de *C. capitata* expostos ao parasitismo em campo. Os parasitoides emergidos foram colocados em gaiolas de criação, confeccionadas de acrílico (15 x 15 x 10 cm), para início da criação laboratorial.

Os parasitoides eram alimentados com mel puro pincelado em uma fita de papel absorvente, açúcar fornecido em uma placa de petri ( $\emptyset = 4$  cm) e água destilada ofertada em um recipiente plástico com esponja (Spontex®). Pupários de *C. capitata* provenientes da criação de manutenção do laboratório eram expostos, em placas de Petri ( $\emptyset = 8$  cm), a cada 48 horas, ao parasitismo de *P. vindemmiae* para manutenção da população dos parasitoides.

### 2.2. LEVANTAMENTO DE PARASITOIDES PUPAIS

Foi realizado um teste sem chance de escolha (TSC), no qual foram utilizadas larvas de 3º instar, pré-pupa e pupas de 3 dias de idade de *C. capitata*, expostas em placas de petri, por 24 horas, à 2 casais de *P. vindemmiae*. Cada tratamento (idade hospedeira) possuía 16 repetições (arenas) contendo 15 indivíduos de cada estágio hospedeiro. Os testes se repetiram com parasitoides de 2, 3 e 4 dias de idade.

As unidades experimentais eram confeccionadas de recipientes plásticos (com capacidade para 750 mL) onde foram fornecidos água e mel como alimentação, bem como os estágios hospedeiros do TSC.

Como controle, 100 pupas de *C. capitata* foram criadas sob as mesmas condições experimentais do ensaio para se obter a porcentagem de emergência e mortalidade natural das moscas.

Após a exposição ao parasitismo, os estágios hospedeiros foram individualizados em tubos de ensaio até a emergência do adulto (mosca ou parasitoide), registrando-se o número de adultos emergidos.

As taxas de parasitismo foram calculadas por meio da fórmula:  $TP = (\text{n}^\circ \text{ parasitoides emergidos} / \text{n}^\circ \text{ indivíduos expostos ao parasitismo}) * 100$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

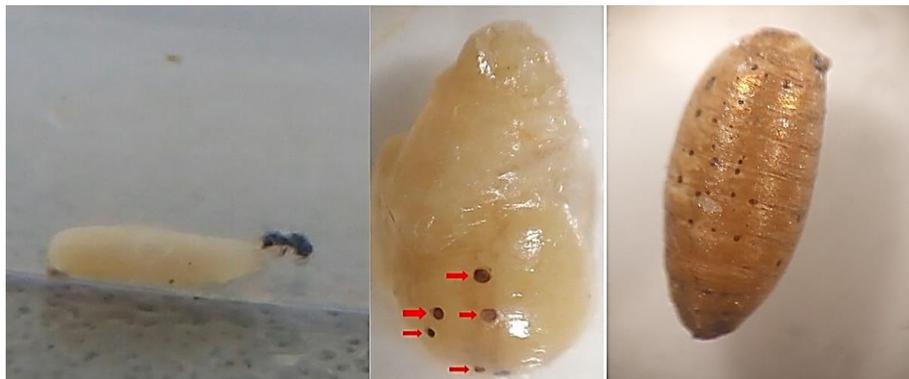
Observações em laboratório demonstraram a tentativa de parasitismo de *P. vindemmiae* sobre larvas de *C. capitata* (Figura 1). Algumas larvas de *C. capitata* expostas aos parasitoides apresentaram cicatrizes na fase de pupa, de possíveis tentativas de oviposição de *P. vindemmiae* (Figura 1 e 2). No entanto, não houve emergência de parasitoides quando as larvas de *C. capitata* foram expostas ao parasitoide, corroborando com a hipótese de o organismo estudado ser, obrigatoriamente, parasitoide pupal.

A emergência e mortalidade pupal de *C. capitata* para o tratamento de larva foram de 26% e 22,5%, respectivamente. Muitos autores afirmam ter capturado parasitoides pupais por meio da coleta de frutos infestados por larvas, sendo posteriormente obtidos os pupários, de onde emergiram os parasitoides pupais. No entanto, é necessária a utilização de armadilhas contendo pupas hospedeiras, para que se tenha certeza acerca da natureza daquele inimigo natural, uma vez que tais metodologias empregadas na maioria dos estudos só permitem a captura de endoparasitoides cenobiontes.

Montes et al. (2011) registraram, em Presidente Prudente/SP, o parasitoide *P. vindemmiae* obtido a partir de pupários de moscas oriundos da coleta de frutos de pessegueiro com larvas infestantes.

*P. vindemmiae* também foi coletado na região de Itumbiara/GO, mediante coleta de frutos e obtenção de pupários de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann). A frequência relativa obtida pelos autores para esse parasitoide foi de 4,2% (MARCHIORI et al., 2000).

Figura 1 - Tentativa de parasitismo de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre larvas de *Ceratitis capitata*; e cicatrizes de possíveis tentativas de oviposição.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Figura 2 – Puncturas de oviposição em *Ceratitis capitata* provenientes de tentativas de parasitismo por *P. vindemmiae* sobre o 3º ínstar larval.



Fonte: Acervo da pesquisa.

A interação entre parasitoide-hospedeiro é relacionada através de aspectos endócrinos, fisiológicos e comportamentais em que o inimigo natural localiza o habitat do seu hospedeiro adequando-o e regulando-o para favorecer o seu desenvolvimento (NASCIMENTO, 2011). Antes de realizar a postura, a fêmea de *P. vindemmiae* injeta um veneno no corpo da mosca (IVIA, 2017), o que pode ter ocasionado mortalidade de alguns indivíduos de *C. capitata* no estágio de larva, a má formação dos pupários (13,89%) (Figura 3) e deformação das pupas provenientes das larvas expostas ao parasitismo (42,64%) (Figura 4).

Figura 3 - Deformação nos pupários de *Ceratitis capitata* provenientes de larvas expostas ao parasitismo de *Pachycrepoideus vindemmiae*.



Fonte: Acervo da pesquisa.

A emergência e mortalidade pupal de *C. capitata* para o tratamento de pré-pupa foram de 68,75% e 20,14%, respectivamente. Pre-pupas de *C. capitata* expostas ao parasitismo de *P. vindemmiae* também apresentaram má-formação de pupas (8,61%), possivelmente em virtude de falhas ocorridas nos processos morfofisiológicos durante a fase pupal.

Figura 4 - Má formação de pupas de *Ceratitis capitata* expostas ao parasitismo de *P. vindemmiae*.

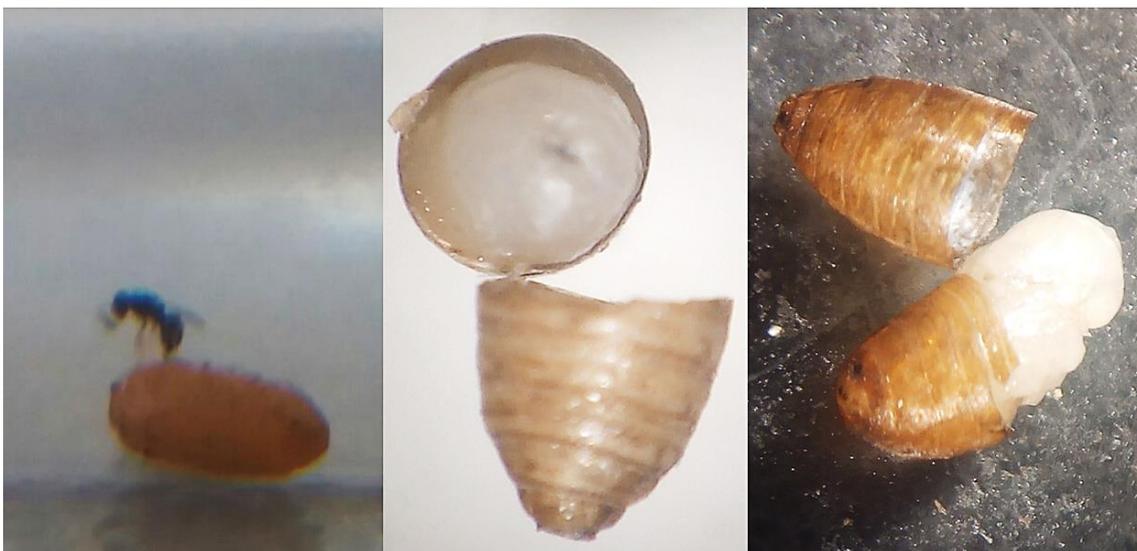


Fonte: Acervo da pesquisa.

*P. vindemmiae* é um ectoparasitoide idiobionte, por isso deposita seus ovos no espaço existente entre o exoesqueleto endurecido do último estágio larval da mosca (pupário) e o conteúdo corporal do hospedeiro (pupa). Em estágios hospedeiros mais jovens (larvas e pré-pupas), não há a formação do referido espaço no pupário (Figura 5): não há espaço para deposição dos ovos do parasitoide sobre a pupa da mosca. No entanto, parasitoides de *P. vindemmiae* conseguiram parasitar a fase de pré-pupa de *C. capitata*, atingindo uma taxa de 2,5% de parasitismo.

Pré-pupas de *C. capitata* apresentam estágio de duração muito curto, perdurando até aproximadamente vinte horas (RABOSSI, WAPPNER, QUESADA-ALLUÉ, 1992). Na fase pré-pupal, também considerada o quarto estágio larval (ARUANI et al., 1996), *C. capitata* passa por três etapas: pupário branco (4h após salto), pupário loiro (7h após salto) e pupário marrom (8h após o salto) (VAFOPOULOU et al., 1993). Possivelmente, o parasitismo sobre a fase de pre-pupa ocorreu após 20 horas de exposição, período em que ocorre o início do processo de pupação e apólise larva-pupa, promovendo o espaço, ainda que não tão adequado, para deposição de ovos sobre o conteúdo pupal da mosca.

Figura 5 - Tentativas de oviposição de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre o estágio de pré-pupa de *Ceratits capitata*.



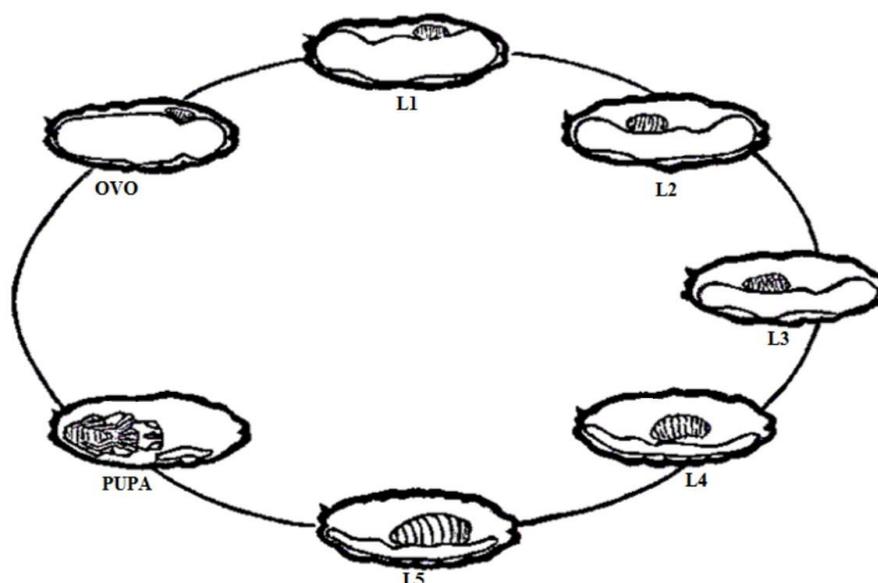
Fonte: Acervo da pesquisa.

*P. vindemmiae* prefere atacar pupários de 2-3 dias de idade quando as pupas hospedeiras já se formaram completamente, ao invés de pupários hospedeiros jovens (1 dia de idade), em que a pupa ainda não se formou completamente e, conseqüentemente, ocasiona morte da prole do parasitoide (WANG & MESSING, 2004b). Pupas jovens são menos adequadas para parasitismo, possivelmente devido às mudanças morfofisiológicas durante a fase pupal (CHAPMAN, 2013).

O maior índice de parasitismo de *P. vindemmiae* em *C. capitata* foi constatado quando as pupas apresentavam três dias de idade, observando-se índice de parasitismo de 23,89%. Este fato ocorreu devido a *P. vindemmiae* ser um ectoparasitoide típico que se alimenta de pupas hospedeiras, dentro do pupário, e se desenvolver a partir do

exoesqueleto de larvas hospedeiras (WANG & MESSING, 2004b) (Figura 7). Além disso, este parasitoide necessita de estágios adequados ao seu ideal desenvolvimento, o que ocorre em pupas do tipo coarctada, característico da maioria dos dípteros (Figura 6). Atualmente, já foi registrado o parasitismo de *P. vindemmiae* nas seguintes espécies de tefritídeos: *Ceratitis cosyra*, *C. silvestrii*, *C. quinaria*, *C. fasciventris*, *C. ditissima*, *C. anonae*, além de *C. capitata*, com índices de parasitismo variando de 1,19% a 10,34% (VAYSSIERES et al., 2002). No Brasil, *P. vindemmiae* também foi encontrado parasitando *A. fraterculus* (0,9%) (SALLES, 1996).

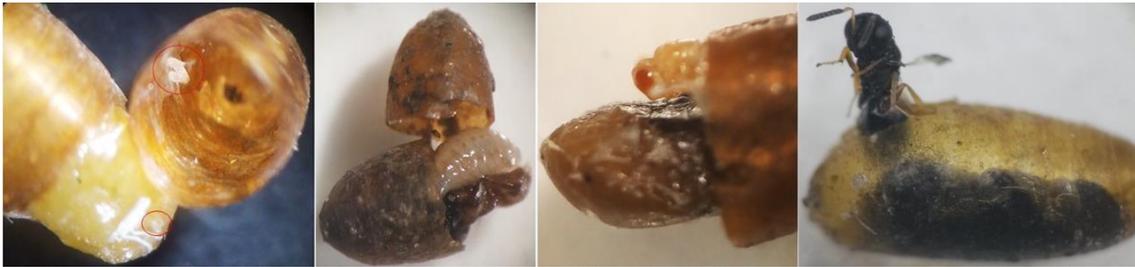
Figura 6 - Ilustração do ciclo de desenvolvimento de *Pachycrepoideus vindemmiae* sobre pupa de *Ceratitis capitata*.



Fonte: Adaptado de S. DOURLLOT/Université de Rennes.

Nas pupas de *C. capitata* sem parasitismo (controle), as taxas médias de emergência das moscas foram de 81%, indicando que há uma alta porcentagem de sobrevivência, ao passo que para pupas expostas ao parasitismo as taxas de emergência da mosca foram apenas de 38,19%.

Figura 7 - Estágios de desenvolvimento de *Pachycrepoideus vindemmiae*.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Se fossem considerados os resultados da soma do parasitismo com a mortalidade natural da mosca, as porcentagens de mortalidade de *C. capitata* em pupas alcançariam níveis de cerca de 57%.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste estudo, pode-se comprovar que *Pachycrepoideus vindemmiae* não é capaz de parasitar a fase de larva de *Ceratitis capitata*, comprovando a capacidade de parasitismo apenas sobre o estágio pupal do hospedeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARUANI, R. et al. Advances in the national fruit fly control and eradication program in Argentina. **Fruit Fly Pests: A World Assessment of their Biology and Management**. Delray Beach, Florida: St. Lucie press, p. 521-530, 1996.

BARRACO VEGA, P. Dípteros de interés agronómico. Agromicidas plaga de cultivos hortícolas intensivos. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, Espanha, n. 33, p. 293-307, 2003.

CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; CHAUD-NETTO, J. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Cam.) V. Avaliação do número de posturas, prole e razão sexual do parasitóide em relação ao tamanho do hospedeiro *Diatraea saccharalis*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 249-252, 2000.

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

CHEN, W. et al. Hyperparasitism in a generalist ectoparasitic pupal parasitoid, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), on its own conspecifics: when the lack of resource lead to cannibalism. **PLoS ONE**, California, v. 10, n. 4, 16 p., 2015.

DOURLLOT, S. Université de Rennes. Disponível em: <<http://www.parasitoides.univ-rennes1.fr/pageperso/pao.html>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

IORIATTI, M. C. S. S. **Contribuição ao estudo da biologia e taxonomia dos Hymenoptera parasitóides de Diptera das famílias Tephritidae e Lonchaeidae**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biologia Evolutiva) - Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos.

INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (IVIA). *Pachycrepoideus vindemmiae*. Disponível em: <

<http://gipcitricos.ivia.es/pachycrepoideus-vindemmiae-rondani.html>>. Acesso em: 08 jan. 2017.

MARCHIORI, C. H. et al. Ocorrência de moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) e seus parasitóides em Itumbiara-Go. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, [S.l.], v. 67, n. 1, p. 139-141, jan. 2000.

MARCHIORI, C. H.; SILVA FILHO, O. M. New host for the parasitoid *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) in Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 271-272, 2007.

MARCHIORI, C. H.; BESSA, L. A.; RIBEIRO, A. L. Parasitoides de *Ornidia obesa* Fabricius (Diptera: Syrphidae) coletados em fezes de galinha no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, p. 228-230, 2012.

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

NASCIMENTO, J. B. Fatores que afetam a liberação e a eficiência de parasitoides no controle biológico de insetos-praga. **Enciclopédia Biosfera**. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. Brasil, v. 7, 21p., 2011.

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

NOYES, J. S. 2017. **Universal Chalcidoidea Database**. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

OVRUSKI, S. et al. Hymenoptera parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and Southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Nova York, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (org.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

QUERINO, R. B. et al. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) community in guava orchards and adjacent fragments of native vegetation in Brazil. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 97, n. 2, p. 778-786, 2014.

RABOSSI, A.; WAPPNER, P.; QUESADA-ALLUÉ, L. A. Larva to pharate adult transformation in the medfly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **The Canadian Entomologist**, Canadá, v. 124, n. 6, p. 1139-1147, 1992.

SALLES, L. A. B. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 769, 1996.

TORMOS, J.; BEITIA, F.; BÖCKMANN, E. A.; ASÍS, J. D.; FERNÁNDEZ, S. The preimaginal phases and development of *Pachycrepoideus vindemmia* (Hymenoptera, Pteromalidae) on Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Microscopy & Microanalysis**, Canadá, v. 15, p. 422-434, 2009.

VAYSSIERES, J.-F. et al. Diversity and pest control potential of hymenopteran parasitoids of *Ceratitis* spp. on mangos in Mali. In: **Proceedings of 6th International Fruit Fly Symposium**, Stellenbosch, p. 461-464, 2002.

VAFOPOULOU, X. et al. Haemolymph ecdysteroid titres at metamorphosis in the fruit fly *Ceratitis capitata*: multiple peaks not apparent in whole body extracts. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 18, p. 87-92, 1993.

WANG, X. G.; MESSING, R. H. Two different life-history strategies determine the competitive outcome between *Dirhinus giffardii* (Chalcididae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalidae), ectoparasitoids of cyclorrhaphous Diptera. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 94, n. 5, p. 473-480, 2004.