



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

FERNANDA JÉSSICA CARVALHO DANTAS

**COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE PARASITÓIDES DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

MOSSORÓ

2019

FERNANDA JÉSSIKA CARVALHO DANTAS

**COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE PARASITOIDES DE  
*Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

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 Lúcio de Araújo, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2019

©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.

D192c Dantas, Fernanda Jéssika Carvalho.  
COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE PARASITOIDES  
DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE) / Fernanda Jéssika Carvalho Dantas. -  
2019.  
45 f. : il.

Orientador: Elton Lucio de Araujo.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
, 2019.

1. Mosca-do-mediterrâneo. 2. Parasitoide. 3.  
MIP. 4. Controle biológico. I. Araujo, Elton  
Lucio de, 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.

FERNANDA JÉSSICA CARVALHO DANTAS

**COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA ENTRE PARASITOIDES DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

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

Defendida em: 29 / 03 / 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



Elton Lucio de Araujo, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente



Elania Clementino Fernandes, Dra.  
Membro Examinador



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

*A Sandra Maria Carvalho Dantas e  
Francisco Dantas de Melo*

**Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semiárido e ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio a pesquisa.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Elton Lúcio de Araújo, pelos ensinamentos e orientações.

Sou grata ao coordenador de curso Daniel Valadão, pela disponibilidade para com seus alunos.

Agradeço à equipe do laboratório de Entomologia aplicada, Elania Fernandes, Gabriel Felipe e em especial, Hellanny Matos.

Agradeço à minha família, que me ofereceu todo apoio e suporte para finalização desse projeto, à Sandra, minha mãe, que é meu maior amor. Ao meu pai, Francisco, pelas inúmeras lições de vida. Agradeço à minha irmã Lissandra, pelos incentivos e meu irmão/cunhado Silvio, pelas palavras de conforto.

Sou grata aos meus avós, Etelvina e Exedito, meus xodós, meu maior exemplo de amor (70 anos de casados), perseverança e simplicidade.

Agradeço aos meus inestimáveis amigos que estiveram comigo durante essa jornada, Alcimar Galdino, Ramon Holanda, Isabela Sousa, Valéria Moraes, Vanessa Dantas, Cláudia Raquel e Isaac Alves.

Sou extremamente grata às minhas irmãs de outra mãe, Bárbara Albuquerque e Vitória Melo, pela amizade. A Babi, pelas orientações, ensinamentos e palavras de incentivo sempre que precisei. A Vitória, pelos momentos divertidos e amizade verdadeira, independentemente do tempo e distância.

Sou grata a Alricélia Lima, por me fazer sentir “incrível” todos os dias, por se fazer presente mesmo na distância e conseguir me dar amor e carinho DIARIAMENTE. Por me manter firme até o fim dessa etapa e pelas ajudas diretas e indiretas em cada passo desse projeto.

Agradeço a Vivianny Melo, sempre sendo a primeira a me estimular a chegar aonde eu cheguei, pelo convívio de anos, companheirismo, preocupação e carinho.

Quero agradecer à equipe da Real Cerimonial, pelas realzetas mais maravilhosas que Deus colocou em minha vida, Vanessa Couto, Juciara Cavalcante, Marília Gabriela, Amanda Santos e Jéssica Bruna.

Obrigada a todos que fizeram parte da conclusão desse ciclo, seja de maneira direta ou indireta, aos que não foram contemplados no texto deixo minhas desculpas.

*Toda glória é passageira (The Lucky one)*

## RESUMO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) possuem grande expressão econômica e quarentenária, se tornando limitantes para exportações de frutos *in natura* na região Nordeste do Brasil. A espécie *Ceratitis capitata* (Wiedemann) é a única do gênero presente no Brasil e o método mais utilizado para seu controle ainda é à base de inseticidas sintéticos. Porém, para minimizar os impactos causados pelos agrotóxicos utilizam-se controles alternativos que geram menores impactos ao agroecossistema. Dentre estes, o método de controle biológico por meio do uso de parasitoides destaca-se como alternativa para o controle desses dípteros, sendo de grande importância no Manejo Integrado de Pragas (MIP). Parasitoides como *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) e *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) são importantes agentes de controle natural e que já foram utilizados no Controle Biológico Clássico em várias partes do mundo para a supressão desses tefritídeos. Entretanto, a liberação conjunta de diferentes parasitoides em uma área agrícola pode ocasionar uma competição entre esses organismos por sítios de oviposição. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a competição entre os parasitoides *D. longicaudata* e *T. giffardianus*. Para a primeira competição, larvas de 10 dias foram fornecidas para *D. longicaudata* por 5 horas, sendo posteriormente fornecidas para *T. giffardianus* por 24 horas. Diante dos resultados não expressivos com larvas nuas para *T. giffardianus* na competição, as larvas expostas para *D. longicaudata* na segunda competição foram recolhidas e posteriormente inseridas em frutos de Goiaba (*Psidium guajava*). *D. longicaudata* se sobressaiu em todas as competições realizadas, com emergência de 27,04% e 28,95% para larvas nuas e na goiaba, respectivamente. Porém, foi o aumento da taxa de parasitismo de *T. giffardianus* que mostrou a importância do experimento, com taxas de 0,8% e 13,7% em competição, caracterizando um aumento de 4 larvas parasitadas para 72, comprovando que o estímulo com a presença do fruto foi imprescindível ao parasitismo. A introdução dos inimigos naturais fez a emergência de *C. capitata* cair de 81% (sem a introdução dos inimigos naturais) para 8,38% (na competição dos parasitoides no fruto da goiaba). Com ambas as espécies inseridas, houve uma taxa de parasitismo única igual a 42,65% de parasitoides na competição com a introdução da goiaba.

**Palavras-chave:** Mosca-do-mediterrâneo, Inimigo natural, MIP, Controle biológico.

## ABSTRACT

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) have a great economic and quarantine expression, becoming a limiting factor for exports in the northeast region due to the phytosanitary impediment and high percentage of fruit depreciation. The species *Ceratitis capitata* (Wiedemann) is the only one of the genus present in Brazil and the most used method for its control is still based on synthetic insecticides. However, to minimize the impacts caused by pesticides, alternative controls are used that generate less impacts to the agroecosystem. Among these, the biological control method through the use of parasitoids stands out as a safe and effective alternative for the control of these dipterans, being of great importance to Integrated Pest Management (IPM). Parasitoids such as *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) and *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) are important natural control agents that have already been used in Classical Biological Control in various parts of the world for the suppression of these tephritids. However, the consortium of two different parasitoids released in an area agricultural may imply impacts on local biodiversity and on the competition among these organisms for oviposition sites. The objective of this study was to evaluate the laboratory behavior of competing parasitoids, either in fruit insertion or in naked larvae, without the direct interaction of natural enemies. For the first competition, 10 day larvae were supplied to *D. longicaudata* during 5 hours and later provided for *T. giffardianus* during 24 hours. The larvae exposed to *D. longicaudata* were collected and inserted in fruits of Goiaba (*Psidium guajava*). *D. longicaudata* excelled in all the competitions carried out with *T. giffardianus* emergence of 27.04% and 28.95% for nude larvae and guava, respectively. However, it was the increased parasitism rate of *T. giffardianus* that showed the importance of the experiment with rates of 0.8% and 13.7% in competition, characterizing an increase of 4 larvae parasitized to 72 proving that the behavioral and volatile stimulus of the fruit introduction was effective, suggesting that both species are tolerated. It was found that the emergence of *C. capitata* fell by 81% without the introduction of natural enemies to 8.38% in the competition of parasitoids on guava fruit. With both species inserted, there was a single parasitism rate equal to 42.65% of parasitoids in the competition with the introduction of guava.

**Keywords:** Mediterranean Fly, natural enemy, MIP, Biological control.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Arena de parasitismo para <i>D. longicaudata</i> . .....                                   | 27 |
| <b>Figura 2</b> - Arena de parasitismo para <i>T. giffardianus</i> . .....                                   | 27 |
| <b>Figura 3</b> - Taxa de parasitismo em competição e soma das taxas em competição. ....                     | 31 |
| <b>Figura 4</b> - Taxa de emergência de <i>C. capitata</i> no tratamento controle e nas competições<br>..... | 32 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> – Taxa de parasitismo e razão sexual de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Dl) e <i>Tetrastichus giffardianus</i> (Tg) em larvas nuas de terceiro ínstar de <i>Ceratitis capitata</i> (Cc).....   | 28 |
| <b>Tabela 2</b> – Emergência bruta dos insetos isolados e em competição de larvas nuas.....   | 29 |
| <b>Tabela 3</b> - Taxa de parasitismo de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> e <i>Tetrastichus giffardianus</i> após exposição de larvas de terceiro ínstar de <i>Ceratitis capitata</i> (Cc) em frutos de goiaba, de cada parasitoide isolado ou em sucessão e emergência de <i>Ceratitis capitata</i> ..... | 31 |
| <b>Tabela 4</b> - Emergência bruta dos insetos isolados e em competição de larvas na goiaba.....  | 31 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | <b>15</b> |
| 2.1 RELEVÂNCIA DA FRUTICULTURA NO BRASIL .....                                     | 15        |
| 2.2 <i>Ceratitis capitata</i> (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE).....              | 15        |
| 2.3 CONTROLE BIOLÓGICO.....  | 17        |
| 2.3.1 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) ...  | 19        |
| 2.3.2 <i>Tetrastichus giffardianus</i> (Silvestri) (Hymenoptera: Eulophidae) ..... | 21        |
| 2.4 COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA.....  | 22        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>24</b> |
| 3.1 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO .....  | 24        |
| a) Criação de manutenção de <i>Ceratitis capitata</i> .....                        | 24        |
| b) Criação de manutenção de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> .....              | 25        |
| c) Criação de manutenção de <i>Tetrastichus giffardianus</i> .....                 | 25        |
| 3.2 BIOENSAIOS .....   | 25        |
| 3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....  | 27        |
| a) Taxa de parasitismo.....  | 27        |
| b) Razão sexual.....   | 27        |
| c) Taxa de emergência de <i>C. capitata</i> .....                                  | 27        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>28</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO</b> .....  | <b>34</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>35</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Alguns dos principais problemas fitossanitários que impõem barreiras para exportação ao comércio de frutas se dá com o ataque de insetos-praga, dentre os quais se pode citar as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae).

Dentre os tefritídeos-praga, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) é considerada uma das mais importantes do ponto de vista econômico e quarentenário, por ser uma praga cosmopolita, tendo sido relatada infestando mais de 300 espécies de frutíferas no mundo (SZYNISZEWSKA; TATEM, 2014).

Diante do ataque do referido inseto-praga, são utilizados diferentes métodos de controle para garantir a produtividade e qualidade da produção, especialmente em grande escala. Com as práticas integradas implantadas atualmente, procura-se a diminuição da incidência dos impactos de inseticidas visando à conservação das espécies naturalmente inimigas dessa praga, gerando a busca por um método ambientalmente seguro e eficiente de controle de moscas-das-frutas (PARRA *et al.*, 2014).

Uma das medidas alternativas ao uso de inseticidas é o controle biológico. A ação de agentes entomopatogênicos e entomófagos pode ser capaz de manter a densidade populacional de espécies de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico, diferentemente do que ocorreria na sua ausência (DEBACH, 1964). Pesquisas têm demonstrado que liberações inundativas de parasitoides em áreas agrícolas podem ser bem sucedidas (HEGAZI *et al.*, 2012).

Os maiores programas de liberação de himenópteros parasitoides, visando ao controle de espécies de moscas-das-frutas, são realizados na Costa Rica, Guatemala, México e EUA (Flórida e Havaí), onde se encontram espécies de tefritídeos de importância quarentenária (PURCELL, 1998; CANCINO e MONTOYA 2004a).

Parasitoides como *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) são importantes agentes de controle biológico e já foram utilizados em programas de MIP, em diversas partes do mundo para o controle de tefritídeos praga (PURCELL, 1998; CANCINO; MONTOYA 2004a). Estas duas espécies de parasitoides têm potencial de utilização no controle biológico de *C. capitata* no Brasil (WALTER *et al.*, 1995; FERNANDES, 2018).

Algumas espécies de parasitoides podem explorar muitas vezes o mesmo

hospedeiro, existindo a possibilidade de ocorrer competição interespecífica (HAWKINS 1994; BOIVIN; BRODEUR, 2006).

Sabendo que as informações sobre interações são escassas, visando a uma melhor compreensão entre diferentes grupos de parasitoides, este estudo teve como objetivo avaliar a competição entre os parasitoides *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, em larvas-pupas de *C. capitata*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RELEVÂNCIA DA FRUTICULTURA NO BRASIL

A produção mundial de frutas frescas é uma das grandes responsáveis pela expansão do agronegócio, com conseqüente crescimento e desenvolvimento dos países. Em grande parte de clima temperado, essas frutas são produzidas e consumidas basicamente no Hemisfério Norte (ANDRADE, 2015), necessitando importar de países de clima tropical.

De acordo com a FAO (2016), o Brasil ocupou o terceiro lugar na produção mundial de frutas, com 37,7 milhões de toneladas produzidas no ano de 2016, atrás apenas da China e Índia. Em virtude da disponibilidade de áreas agricultáveis e ótimo desempenho das cultivares de importância econômica, o país conseguiu se destacar no *ranking* de maiores produtores (CARVALHO; MIRANDA, 2009). Apesar dos resultados positivos, a fruticultura brasileira é acometida por alguns problemas fitossanitários.

Na região Nordeste, mesmo com diversas restrições hídricas, sociais e econômicas, a área da fruticultura tem elevada importância, sendo responsável por cerca de 27% da produção nacional de frutas (VIDAL; XIMENES, 2016).

O bom desempenho da fruticultura no Nordeste se deve principalmente às condições edafoclimáticas mais favoráveis em comparação às regiões Sul e Sudeste do país para o cultivo extensivo de várias frutíferas. Agregando o valor de produção, pode-se destacar a fruticultura irrigada no Nordeste com a intervenção do Governo Federal, possibilitando a criação e consolidação de práticas irrigadas nos semiárido dos estados de Pernambuco, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (VIDAL e XIMENES, 2016).

No entanto, os produtores da região sofrem entraves para exportação devido à presença das moscas-das-frutas nos pomares (ARAUJO *et al.*, 2013). Além da capacidade de adaptação a novos hospedeiros, as moscas-das-frutas possuem elevado potencial de reprodução e habilidade de dispersão para diversos ambientes, provocando danos econômicos severos (GALLO *et al.*, 2002).

### 2.2 *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

De acordo com Nava; Botton (2010), o adulto de *C. capitata* mede em torno de 5 mm de comprimento e 12 mm de envergadura. Seus olhos são de coloração castanho-violácea e no seu corpo predomina a coloração amarela. As asas são transparentes com

listras amarelas, sombreadas. A face superior do tórax é preta com desenhos brancos simétricos e o abdome possui listras transversais acinzentadas de coloração predominantemente amarela.

As fêmeas realizam a postura de ovos nos hospedeiros (frutos), inserindo o ovipositor no mesocarpo, podendo sua quantidade de ovos variar em função da espécie e tamanho do fruto; antes da oviposição, a fêmea passa em torno de 5 a 12 dias em período de pré-oviposição, se alimentando de carboidratos e proteínas (McDONALD; McINNIS, 1985).

No geral, as moscas-das-frutas causam prejuízo devido à sua ação diretamente ligada à polpa dos frutos, tornando-as uma das mais importantes pragas relacionadas a frutíferas ao redor do mundo (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

As características sexuais são diferenciadas pela presença do ovipositor na fêmea e um par de cerdas espatuladas na zona cefálica do macho (NAVA; BOTTON, 2010).

O tempo de incubação de ovo, que mede aproximadamente 1 mm, varia entre dois e seis dias, sendo espontaneamente influenciado pela temperatura. Após a eclosão, as larvas passam por três ínstares, adentrando o endocarpo (polpa) gerando galerias em direção ao centro, onde o comprimento máximo é de 8 mm (BROUGHTON; LIMA, 2002). A duração larval varia de 9 a 13 dias em média, a 25° C (BROUGHTON; LIMA, 2002). Depois de completar seu desenvolvimento, as larvas desligam-se do fruto em direção ao solo e se transformam em pupa, numa profundidade de até 10 cm, que dura de 10 a 12 dias em temperatura ambiente, em seguida emerge o adulto. As pupas possuem coloração escura, com forma coarctada (pupa característica de dípteros) e 5 mm de comprimento (ZUCCHI, 2000). A duração do ciclo desde ovo a adulto é de aproximadamente 30 dias. Dependendo da temperatura, as fêmeas podem viver até 10 meses e colocar em média 800 ovos durante toda a sua vida (PARANHOS *et al.*, 2008).

O primeiro registro de *C. capitata* no Brasil foi feito por Ihering (1901), por conseguinte foram relatados alguns hospedeiros e parasitoides (HEMPEL, 1905; 1906). Esta espécie ocorre em quase todos os estados, exceto Amapá, Amazonas e Sergipe, tendo destaque econômico para as regiões Sudeste e Nordeste do país, principalmente (COSTA *et al.*, 2005; ZUCCHI; MORAES, 2012).

Entre os tefritídeos, *C. capitata* é uma das espécies mais agressivas, abrangendo um total de 69 famílias botânicas. Dentre as espécies, 40% pertencem às famílias

Myrtaceae (5%), Rosaceae (11%), Rutaceae (9%), Sapotaceae (6%) e Solanaceae (9%) (LÍQUIDO *et al.*, 1991).

### 2.3 CONTROLE BIOLÓGICO

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) tem como conceito o conjunto de técnicas empregadas de modo único ou harmoniosamente associadas, dentro de uma tática baseando-se em relação ao custo/benefício, que leva em consideração o interesse dos produtores e o impacto ao meio ambiente (KOGAN, 1998). Sua principal finalidade é o equilíbrio das populações de insetos-pragas e inimigos naturais, abaixo do nível de dano econômico e no nível de controle (CRUZ *et al.*, 2015).

O MIP possui o controle biológico como uma de suas opções mais viáveis em substituição às aplicações de produtos químicos, visando à preservação do meio ambiente e redução nos custos de produção, considerando o apelo social por soluções sustentáveis (SOBRINHO *et al.*, 2008).

Para o manejo integrado da mosca-das-frutas, o controle biológico tem sido empregado como alternativa viável no mundo e como opção para soluções de controle desse inseto-praga (OVRUSKI *et al.*, 2000; WALDER, 2002; MALAVASI *et al.*, 2007; MARINHO *et al.*, 2009).

O controle biológico se tornou uma medida fundamental, sendo considerada uma estratégia eficiente e ambientalmente segura, além de reduzir as contaminações por agrotóxicos aos trabalhadores e consumidores (ARAUJO *et al.*, 2007; BEZERRA, 2010).

A primeira pessoa a observar o parasitismo de insetos foi Ulisse Aldrovandi, em 1602. Foi relatado por ele o controle de lagarta das crucíferas *Pieris rapar* (L.) por *Apanteles glomeratus* L.; em meio à observação, os ovos da praga foram confundidos com os casulos dos parasitoides. Por essas e outras razões técnicas, o primeiro relato de parasitismo considerado ficou conhecido com Antonio Vallisneri de Pádua, em publicação de 1706 (DEBACH, 1974).

Em 1919, a expressão controle biológico foi usada pela primeira vez pelo pesquisador Harry S. Smith, que colocou em questão o uso de inimigos naturais para controle de insetos-pragas (BERTI FILHO; CIOCIOLA, 2002).

De acordo com Parra *et al.* (2002a), o Controle Biológico Natural é responsável pela taxa de mortalidade natural do agroecossistema e, conseqüentemente, mantém o nível de equilíbrio entre as populações, sem causar dano econômico ao produtor. Já no

controle biológico aplicado, ocorrem liberações inundativas de predadores ou parasitoides em áreas agrícolas, após a sua multiplicação em laboratórios visando, assim, à diminuição rápida da população praga (PARRA et al., 2002a).

Os inimigos naturais parasitoides comumente citados na literatura pertencem em maior parte às ordens Hymenoptera, Diptera (GREATHEAD, 1986). Existem dois tipos principais de parasitoides segundo a forma de exploração dos hospedeiros: Coinobiontes e Idiobiontes. Os parasitoides Coinobiontes permitem o desenvolvimento do hospedeiro mesmo quando ocorre o parasitismo, geralmente parasitando ovo-larva e larva-pupa (ASKEW; SHAW, 1986). Os Idiobiontes são parasitoides que paralisam o desenvolvimento dos hospedeiros no momento do parasitismo, geralmente são parasitoides de ovos, pupa e adultos (PARRA et al., 2002).

A liberação destes parasitoides deve ser feita após a realização de estudos taxonômicos, interações tritróficas, estudos biológicos e de distribuição, para que se tenha um controle eficiente das populações de moscas-das-frutas. Os levantamentos são necessários no intuito de conhecer as espécies tanto da praga quanto do parasitoide (WHARTON, 1989; LEONEL et al., 1995).

Há exemplos de parasitoides de ovos para mosca-das-frutas, como *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae), que são mais específicos e exemplos de parasitoides larvais como *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae) por realizar parasitismo em uma maior diversidade de moscas-das-frutas, conseguindo atingir diferentes frutíferas, sendo observados em biomas variados e possuindo um ovipositor longo de aproximadamente 3,8 mm, que o torna uma boa opção de controle biológico, fazendo-o sobressair entre outros parasitoides (MARINHO et al., 2009; NICÁCIO et al., 2011; BITTENCOURT et al., 2012; NUNES et al., 2012; ALUJA et al., 2013).

Os parasitoides têm uma eficiência de parasitismo diretamente relacionada a fatores como: a espécie do fruto hospedeiro da mosca-das-frutas (SANTOS et al., 2014; COSTA et al., 2013), tamanho (OLIVEIRA et al., 2014), densidade do hospedeiro (VARGAS et al., 1993), competição interespecífica (PARANHOS et al., 2013; MIRANDA et al., 2015), dentre outros.

Os estudos em competição interespecífica estão entre as razões para o sucesso de programas de controle biológico. O hospedeiro estudado pode ser atacado em estágios imaturos e, posteriormente, atacado em estágios tardios por outras espécies (WANG et al., 2008).

A utilização do controle biológico sofreu negligência durante 50 anos entre finais do século 20 e início do século 21. Desde então, os programas envolvendo braconídeos parasitoides de moscas-das-frutas têm sido revitalizados por meio da introdução de inimigos naturais, como *D. longicaudata*, incentivada pelo destaque e aumento dos trabalhos sobre esses organismos em associação às diversas espécies de tefritídeos-praga, plantas hospedeiras e variedades de ecossistemas (CANAL; ZUCCHI, 2000; MARINHO *et al.*, 2009).

O parasitoide *D. longicaudata* é considerado um bom agente de controle biológico para liberações em massa em várias partes do mundo (SIVINSKI, 1996). Em 1996, Sivinski *et al.* verificaram a supressão de *Anastrepha suspensa* na Flórida a partir de inundação por esse parasitoide.

No Brasil, foram realizadas introduções em áreas pilotos: Carvalho; Nascimento; Mendonça (1995) liberaram *D. Longicaudata* no Recôncavo Baiano; Walter *et al.* (1995), por meio de parasitoides oriundos da Flórida (EUA), introduziram esse braconídeo no Estado de São Paulo por meio da EMBRAPA/CNPMPF, em 1994.

No Brasil, ocorreram liberações de *T. giffardianus* na intenção de controle de *C. capitata* em São Paulo, no ano de 1937, pelo Instituto Biológico (COSTA *et al.*, 2005).

### **2.3.1 *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae)**

Os caracteres morfológicos para *D. longicaudata* são: olhos marrons, corpo variando entre as colorações vermelha e amarronzada, antenas mais longas do que o corpo, asas claras e ovipositor também maior do que corpo inteiro e com tamanho variando de 3,00 a 5,00mm para fêmeas e 2,00 a 4,00mm para machos (THOMPSON, 1989).

O parasitoide exótico *D. longicaudata* se destaca entre as espécies de Opiinae, que é uma das subfamílias encontrada na maioria dos braconídeos supressores de tefritídeos, que são utilizados em nível mundial em inundações para controle, incluindo moscas-das-frutas (SIVINSKI, 1996; OVRUSKI *et al.*, 2000; MONTOYA *et al.*, 2000; CANCINO; MONTOYA, 2004b; WHARTON; YODER, 2012).

Liberações inundativas de inimigos naturais têm grande importância no controle biológico de mosca-das-frutas (CANAL; ZUCCHI, 2000). Uma das melhores opções se dá com a utilização de himenópteros braconídeos devido à sua especificidade de hospedeiros como os tefritídeos (ALUJA *et al.*, 1990).

*D. longicaudata* é um parasitoide larval que pode ser usado em diversos controles para espécies de tefritídeos que geram danos econômicos significativos (MONTROYA *et al.*, 2000; OVRUSKI, *et al.*, 2000; CARVALHO; NASCIMENTO, 2002; SCHLISERMAN *et al.*, 2003).

*D. longicaudata* está entre as cinco espécies de braconídeos mais usadas no controle de mosca-das-frutas, sendo parasita de larvas de 3º ínstar dessa praga (MATRANGOLO *et al.*, 1998).

Algumas características de *D. longicaudata* – como adaptação a diferentes ambientes, especificidade, alta eficiência no parasitismo de tefritídeos e facilidade de criação em laboratório – fizeram com que esse parasitoide exótico tenha sido utilizado em diversos lugares no controle de populações de *Anastrepha* spp., considerado um dos mais importantes agentes de controle biológico de mosca-das-frutas (OVRUSKI *et al.*, 2011).

Em 1994, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, apoiada pelo Laboratório de Quarentena “Costa-Lima” da Embrapa Meio Ambiente, trouxe para o Brasil o parasitoide *D. longicaudata*, original de Gainesville, Flórida. A introdução teve como objetivo avaliar o desempenho desse agente biológico em diversos ecossistemas do Brasil para desenvolvimento de técnicas que pudessem ser aplicadas ao Manejo integrado de Pragas do gênero *Anastrepha* e da espécie exótica *C. capitata* (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002).

A fêmea desse parasitoide, na maioria das vezes, executa uma seleção do tamanho do hospedeiro para realizar a postura de seus ovos. Esse hábito de depósito de ovos fecundados (produzem fêmeas e machos) é usado em hospedeiros maiores e ovos não fecundados (produzem somente machos) nos hospedeiros menores (GODFRAY, 1994).

Os ovos fecundados darão origem às fêmeas; caso contrário, os machos são gerados. Por essa razão, podemos considerar que o inseto tem uma espécie de reprodução partenogenética do tipo arrenótica facultativa. Os ovos são inseridos dentro do hospedeiro (CARVALHO, 2003).

O tamanho do fruto pode influenciar na eficiência do parasitismo das larvas de mosca-das-frutas, as fêmeas de *D. longicaudata* tendem a serem mais aptas ao parasitismo ou localizar larvas hospedeiras em frutos de maior porte e de frutos com polpa espessa (SIVINSKI *et al.*, 1997). Para Hickel (2002), a espessura da polpa dos frutos funciona como barreira para alguns braconídeos.

### 2.3.2 *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) (Hymenoptera: Eulophidae)

Segundo Fernandes (2018), existem duas principais características morfológicas que diferem os adultos: as antenas (fêmeas possuem a antena mais curta) e o abdômen (machos apresentam o abdômen menor). As fêmeas de *T.giffardianus* não apresentam período de pré-oviposição, uma vez que já estão aptas a parasitar logo após sua emergência, pois a maturação ovariana ocorre durante o período pupal (PEMBERTON; WILLARD, 1918).

Segundo Costa *et al.* (2005), Tetrastichinae é uma subfamília de Eulophidae, de origem africana, sendo os parasitoides dessa subfamília utilizados para programas de controle biológico em várias partes do mundo, tendo como características principais o hábito coinobionte, ovopositando em larvas mais velhas (ou de terceiro ínstar). Esse parasitoide gregário ataca moscas-das-frutas dos gêneros *Ceratitis*, *Dacus* e *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae), tendo havido liberação em mais de nove países para o controle desses dípteros, no século XX. Nas Américas, *T. giffardianus* foi introduzido em países como Brasil, Porto Rico, Argentina e Estados Unidos (Califórnia) (LASALLE; WHARTON, 2002).

Em 1914, o parasitoide gregário *T. giffardianus* logrou êxito em alguns programas de controle biológico de *C. capitata* no Havaí, estabelecendo-se em algumas ilhas da região (PURCELL *et al.*, 1996). Anos mais tarde, o mesmo inimigo natural foi introduzido para o controle deste tefritídeo em outros países da América Latina (OVRUSKI *et al.*, 2000).

No Brasil, *T. giffardianus* foi introduzido na tentativa de controlar *C. capitata* no estado de São Paulo em 1937, não obtendo eficácia no processo (COSTA *et al.*, 2005). Nos anos de 1999, 2001 e 2005, *T. giffardianus* foi identificado a partir de larvas de *C. capitata* em castanhola (*Terminalia catappa*) na cidade de Vera Cruz - BA, acerola (*Malpighia glabra*) em Baraúna - RN e seriguela (*Spondiaspurpurea*) em Fortaleza - CE (COSTA *et al.*, 2005).

O uso de *T. giffardianus* tem como vantagens sua razão sexual tendenciosa para fêmeas, hábito gregário (mais de um inseto por larva parasitada) e capacidade de parasitismo no interior de frutos já caídos, independentemente do seu tamanho. As desvantagens desse parasitoide resumem-se à sua taxa de parasitismo inferior a outros inimigos naturais estudados, porém é compensada pela alta emergência bruta, obtendo-

se mais de um parasitoide por hospedeiro (PEMBERTON; WILLARD, 1918; PURCELL *et al.*, 1996).

#### 2.4 COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA

Para entendermos a competição entre parasitoides, é necessário o entendimento sobre a ação desses organismos. Begon; Townsend; Harper (2006) assumem que um parasitoide só conclui seu ciclo a partir de um ou mais hospedeiros, comumente causando danos e/ou a morte imediata.

Os parasitoides são organismos que podem ser do mesmo tamanho do hospedeiro; seus adultos possuem vida livre, além de exigir um indivíduo para completar seu ciclo de vida e obrigatoriamente impede o completo desenvolvimento do seu hospedeiro (PARRA *et al.*, 2002).

Dias; Parra; Dias (2010) afirmam que para o sucesso desses parasitoides a seleção de um hospedeiro deve ser a mais adequada para criação massal. Assim as espécies poderão ser usadas em programas de Controle Biológico de maneira mais eficiente.

Em interação, pode haver competição, normalmente fazendo uma espécie eliminar a outra por ataque físico, supressão fisiológica ou ambos os mecanismos (FISHER, 1963, 1971; SALT, 1963; MACKAUER, 1990).

Essa coexistência é possível dependendo da quantidade de recursos disponíveis, compreendendo que a divergência de nicho implica tentativa de evitar a competição, por meio de diferentes condutas de forrageamento (GARCÍA-MEDEL *et al.*, 2007).

Diversos fatores podem influenciar a capacidade de supressão de pragas pelos seus inimigos naturais, a começar pela escolha da espécie de parasitoide a ser utilizada, sua capacidade de multiplicação em laboratório, a gama de atuação desse agente biológico e sua eficiência em campo (PESSOA *et al.*, 2006).

Existem características específicas no próprio parasitoide (como o ovipositor) ou ambiente que facilitam a adaptação do inimigo natural ao seu hospedeiro e ao agroecossistema. Frutos pequenos ou com casca menos espessa favorecem a ação de parasitoides com ovipositor mais curto, ao passo que parasitoides com o ovipositor longo conseguem buscar as larvas em frutos maiores e/ou diferentes espessuras de casca (SIVINSKI *et al.*, 1997). Os parasitoides conseguem localizar e reconhecer seus

hospedeiros por meio de voláteis secundários emitidos pelos frutos atacados, facilitando, assim, a ação desses inimigos naturais em campo (SEGURA *et al.*, 2016).

Liberação de mais de uma espécie de parasitoide de maneira simultânea gera a possibilidade de supressão de uma população de praga, principalmente quando não existe convergência do mesmo nicho dos inimigos naturais (KNIPLING, 1992).

As espécies que compõem a essência da competição interespecífica sofrem redução no crescimento, sobrevivência ou fecundidade como consequência de exploração de recursos escassos (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

Sem os devidos cuidados, a introdução de uma espécie exótica pode provocar competição interespecífica, com deslocamento de nichos, perda da biodiversidade e ocorrência de hiperparasitismo. O conhecimento básico sobre a biologia, comportamento e a distribuição geográfica dos parasitoides são importantes para o sucesso dos programas de Controle Biológico (WHARTON, 1989; CANAL; ZUCCHI, 2000).

Existem duas maneiras de ocorrer competição direta entre fêmeas adultas de parasitoides: de maneira extrínseca, quando forrageiam o hospedeiro, ou de maneira intrínseca, quando ocorre disputa no interior do corpo do hospedeiro (CUSUMANO *et al.*, 2016).

É importante estabelecer a compreensão de interações entre parasitoides para aplicação dos programas de controle biológico, em que duas ou mais espécies de inimigos naturais, parasitoides no caso, sejam utilizadas simultaneamente (MURDOCH *et al.*, 1996).

Ultimamente, um crescente interesse no uso conjugado entre espécies diferentes de parasitoides vem sendo observado em programas de supressão de tefritídeos, principalmente com aqueles que possuem diferentes nichos de forrageamento (VAN NIEUWENHOVE *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2016).

Contudo, entender as competições entre parasitoides pode ser decisivo na eficiência de programas de controle biológico, principalmente aqueles usando várias espécies de inimigos naturais (ALUJA *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2016).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO

As criações de todos os insetos utilizados neste trabalho, bem como os experimentos, foram mantidas em salas climatizadas (temperatura  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas) do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte ( $5^{\circ}11'26''S$  e  $37^{\circ}20'17''W$ ; Altitude: 20m).

##### a) Criação de manutenção de *Ceratitis capitata*

Os adultos de *C. capitata* foram mantidos em gaiolas de criação semitransparentes (27,6 x 33,1 x 48,7 cm), com laterais de tecido do tipo *voile*, por onde as fêmeas depositam seus ovos, que, por consequência, caem em recipientes plásticos contendo água. As gaiolas, então, são mantidas sobre bandejas plásticas contendo 1,5 L de água destilada, colocadas sobre prateleiras de alumínio.

A atração das fêmeas para o tecido de oviposição é feita com a colocação de lâmpadas de luz fria (40 W) próximas a essa superfície. A fêmea introduz o ovipositor através da malha do tecido para colocar os ovos, os quais, por sua vez, caem por gravidade sobre as bandejas de onde são coletados a cada 24 horas. A coleta de ovos em água é importante porque evita o ressecamento dos embriões e interrompe o processo fisiológico do desenvolvimento embrionário pela falta de oxigenação.

Os ovos colhidos são distribuídos em dietas artificiais, armazenadas em recipientes plásticos com capacidade para 500ml, acondicionados em outro recipiente maior, para captura das pupas formadas posteriormente fora da dieta. Na passagem de larva para pupa, a pupa se forma no fundo do recipiente maior, sendo coletada e armazenada para a formação de novas populações. Uma parte das pupas é usada para manutenção da criação das moscas-das-frutas e outra parte é utilizada para manutenção da criação dos parasitoides.

A dieta para adultos é composta de mistura de açúcar refinado + Lêvedo de cerveja na proporção 4:1, sendo fornecida em recipiente. Uma esponja, do tipo Spontex®, umedecida diariamente com água destilada funciona como fonte de água para os insetos. A dieta para a fase jovem (larva) tem em sua composição: farelo de trigo, ácido cítrico, lêvedo de cerveja, açúcar cristal, benzoato de sódio, *nipasol*, água

destilada e *nipagin*. As técnicas e métodos de criação em dieta artificial seguiram padrões preconizados por Albajes; Santiago-Álvarez (1980).

b) Criação de manutenção de *Diachasmimorpha longicaudata*

A população inicial de *D. longicaudata* foi fornecida pela Mosca Med Brasil. Os parasitoides recebidos foram multiplicados e mantidos em gaiolas de plástico (27,6 x 33,1 x 48,7 cm) com parte superior confeccionada de tecido do tipo *voile*, de modo a permitir melhor circulação de ar e local onde eram ofertadas as larvas necessárias ao contínuo ciclo do parasitoide. A alimentação dos adultos consistia de açúcar cristal, mel e água. As larvas foram fornecidas na parte superior da gaiola juntamente com a dieta artificial, com exposição aos adultos por um período de 24 horas. Após a exposição às larvas foram armazenadas, aguardando a emergência de novos parasitoides.

c) Criação de manutenção de *Tetrastichus giffardianus*

Os insetos parasitoides adultos foram oriundos de frutos da castanhola (*Terminalia catappa* - Combretaceae) infestados com larvas de *C. capitata*. Os frutos foram coletados e levados ao laboratório, onde foram acondicionados em vermiculita para obtenção dos pupários. Os pupários obtidos foram colocados em recipientes plásticos, permanecendo até a emergência dos parasitoides, servindo para multiplicação em laboratório e realização dos experimentos.

O parasitoide larval *T. giffardianus* foi multiplicado em gaiolas de acrílico (30 x 30 x 30 cm) que possuíam uma abertura (10 x 10 cm) na parte de superior, protegida por tecido *voile* para ventilação, e uma manga lateral para manipulação das larvas e reposição de insetos, bem como a troca da alimentação.

A criação foi mantida com o fornecimento de larvas nuas (sem a presença de dieta artificial ou fruto) de terceiro ínstar de *C. capitata* a cada 48 horas, para a multiplicação e manutenção da população. A alimentação dos adultos foi feita à base de água, mel e açúcar *ad libitum*.

### 3.2 BIOENSAIOS

Para avaliar a competição entre *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, as larvas de *C. capitata* foram ofertadas de duas maneiras, constituindo dois ensaios distintos.

Para a realização dos bioensaios, foram utilizados adultos de *D. longicaudata* com cinco dias de idade devido o período de pré-oviposição, que pode ir de 3 a 5 dias; para *T. giffardianus*, foram utilizados casais recém-emergidos, que já estão aptos a ovipositar logo após sua emergência adulta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) composto por três tratamentos e 15 repetições (casal do parasitoide). Os procedimentos experimentais descritos abaixo foram repetidos durante cinco dias para os mesmos casais (pico de oviposição dos parasitoides), totalizando 525 larvas/pupas expostas.

No primeiro ensaio, sete larvas de terceiro ínstar de *C. capitata* (ínstar preferencial), com idade entre 8 e 10 dias, foram ofertadas a um casal de *D. longicaudata* durante cinco horas. A oferta das larvas foi realizada na parte superior interna da arena por meio do acondicionamento em tecido *voile*, de modo a formar uma “trouxa”, similar a um fruto em campo. As arenas eram constituídas de recipientes plásticos (capacidade de 500 mL), constituindo uma unidade de parasitismo (larvas envoltas em dieta artificial simulando fruto) (Figura 1). Em seguida ao período de exposição de 5 horas, as larvas foram retiradas do *voile* em forma de “trouxa”, transferidas para uma diferente unidade de parasitismo e expostas a um casal de *T. giffardianus* por 24 horas, com as larvas soltas no fundo da arena (Figura 2). Nas arenas, também foram fornecidos água e mel puro à vontade.

A quantidade de larvas ofertadas aos parasitoides *D. longicaudata* foi inferior aos demais trabalhos encontrados na literatura, de modo que o número de larvas hospedeiras ofertadas para *T. giffardianus* fosse igual ao número exposto aos casais de *D. longicaudata*. Segundo análises obtidas por Aguilar; Walder (2003), *D. longicaudata* consegue parasitar até 10 larvas de *C. capitata* por fêmea. Contudo, *T. giffardianus* se restringe a ovipositar em até sete larvas por dia, com no máximo 32 ovos/fêmeas (AUTUORI, 1942).

Para o segundo ensaio, as larvas de terceiro ínstar foram fornecidas ao casal de *T. giffardianus* dentro de pedaços de frutos de goiaba (*Psidium guajava* - Myrtaceae), para estimular a ação de parasitismo deste parasitoide em competição.

Foi realizado um tratamento controle para cada espécie de parasitoide, com a exposição de larvas de forma isolada para fins de comparação de comportamento dos mesmos em competição. É importante salientar que não houve interação direta das duas espécies de parasitoides, não havendo, portanto, a possibilidade de competição extrínseca. Para controle de *C. capitata*, 100 larvas do mesmo lote de criação do qual

foram retiradas as larvas para o bioensaio foram utilizadas por dia para avaliar a viabilidade natural de *C. capitata*.



**Figura 2** - Arena de parasitismo para *D. longicaudata*.



**Figura 1** - Arena de parasitismo para *T. giffardianus*.

### 3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram avaliadas a porcentagem de parasitismo, a taxa de emergência dos insetos e a razão sexual dos parasitoides emergidos. Em caso de não emergência, os pupários intactos foram dissecados, a fim de verificar a ocorrência ou não de parasitismo.

- a) Taxa de parasitismo

$$P\% = \frac{\text{número de parasitoides obtidos} \times 100}{\text{número de larvas fornecidas}}$$

- b) Razão sexual

$$RS = \frac{\text{número de fêmeas emergidas} \times 100}{\text{número de parasitoides emergidos}}$$

- c) Taxa de emergência de *C. capitata*

$$E\% = \frac{\text{número de moscas emergidas} \times 100}{\text{número de larvas fornecidas}}$$

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ensaio, constatou-se que a taxa média de parasitismo isolado (sem competição) de *D. longicaudata* foi de 64% e quando em competição foi de 27,04%. Com relação a *T. giffardianus*, seu parasitismo isolado foi de 13,3% e quando em competição foi de 0,8% (Tabela 1).

Houve semelhança na oviposição de *D. longicaudata* para ambos os experimentos, não havendo interferência mesmo na presença do concorrente. Contudo, houve diminuição da taxa de parasitismo do braconídeo quando comparado ao tratamento controle. De acordo com Paranhos *et al.* (2013), *D. longicaudata* não foi influenciado quando em competição com *Utetes anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae), onde no presente trabalho ocorreu interferência quando em competição.

Segundo González *et al.* (2007), a elevada razão sexual (alto número de fêmeas) observada para ambos os inimigos naturais, 0,65 para *D. longicaudata* e 0,91 para *T. giffardianus*, em competição com larvas nuas (Tabela 1), demonstra qualidade hospedeira.

Observando a preferência de parasitismo de *D. longicaudata* sobre os hospedeiros *A. fraterculus* e *C. capitata* de maneira isolada, pôde-se notar elevada razão sexual em ambas as espécies, com médias de 0,79 e 0,55, respectivamente (OVRUSKI *et al.*, 2011), dando suporte aos dados de razão sexual do presente trabalho.

Os resultados obtidos demonstram que as duas espécies de parasitoides tiveram seu parasitismo afetado quando em competição. No entanto, *D. longicaudata* foi menos afetado pelos efeitos da competição com *T. giffardianus*, podendo haver influência da ordem de exposição na competição imposta.

**Tabela 1**–Taxa de parasitismo e razão sexual de *Diachasmimorpha longicaudata* (Dl) e *Tetrastichus giffardianus* (Tg) em larvas nuas de terceiro ínstar de *Ceratitidis capitata* (Cc).

| Tratamentos: larvas expostas a      | Porcentagem de parasitismo e de emergência (%) |       |       | Razão Sexual |      |
|-------------------------------------|--|-------|-------|--------------|------|
|                                     | Cc   | Dl    | Tg    | Dl           | Tg   |
| <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> | 14,47  | 64,00 | -     | 0,56         | -    |
| <i>Tetrastichus giffardianus</i>    | 60,76  | -     | 13,30 | -            | 0,69 |
| <b>Ambas as espécies (Dl + Tg)</b>  | 47,42  | 27,04 | 0,80  | 0,65         | 0,91 |

Os números de emergência natural foram obtidos por meio da contabilização dos parasitoides e do inseto-praga utilizados. Quando em teste isolado, *D. longicaudata*

obteve 310 insetos emergidos. Em competição, como ambos os parasitoides foram afetados, *D. longicaudata* teve emergência natural apenas de 138 insetos (Tabela 2).

Para o ensaio realizado com larvas nuas, *T. giffardianus* teve 476 insetos emergidos no tratamento sem competição, apesar de apenas 70 larvas terem sido parasitadas. Em competição, o eulofídeo sofreu redução na emergência para 35 insetos, sendo quatro larvas parasitadas (Tabela 2). Os resultados obtidos mostram redução nas larvas parasitadas por *T. giffardianus* em virtude da ordem de exposição e da baixa capacidade de parasitismo.

**Tabela 2** – Emergência bruta dos insetos isolados e em competição de larvas nuas.

| Tratamentos                    | Emergência natural os insetos |                                     |                                  |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                                | <i>Ceratitis capitata</i>     | <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> | <i>Tetrastichus giffardianus</i> |
| Nenhuma espécie (controle)     | 405                           | -                                   | -                                |
| <i>D. longicaudata</i> isolado | 76                            | 310                                 | -                                |
| <i>T. giffardianus</i> isolado | 319                           | -                                   | 476                              |
| Ambas as espécies (DI + Tg)    | 249                           | 138                                 | 35                               |

No segundo ensaio, quando as larvas foram inseridas nos frutos de goiaba para serem ofertadas ao parasitismo de *T. giffardianus*, a competição demonstrou resultados mais próximos de taxa de parasitismo dos inimigos naturais estudados, com valores de 28,9% e 13,7% para o braconídeo e o eulofídeo, respectivamente (Tabela 3).

Muitos estudos demonstram que fêmeas de *D. longicaudata* não são capazes de discriminar entre os frutos ofertados, mas discriminam apenas a presença ou não de larvas no seu interior (infestação). Greany *et al.* (1977), por exemplo, concluíram que as fêmeas foram atraídas aos frutos de pêssego apenas quando infestados, sem atratividade para os frutos não infestados. Carrasco *et al.* (2005) concluíram que a presença das larvas foi essencial à orientação das fêmeas, fato confirmado por Sthul *et al.* (2011), que encontraram um composto específico liberado por larvas de tefritídeos, aumentando a busca das fêmeas de parasitoides mesmo em grandes distâncias.

As razões sexuais obtidas no segundo ensaio (com frutos de goiaba), com os mesmos parasitoides, seguiram a mesma média de fêmeas emergidas na comparação com os machos. Ambos os inimigos naturais mantiveram suas razões acima de 0,5 (Tabela 3).

Purcell *et al.* (1996) observaram taxa de parasitismo de *T. giffardianus* em *C. capitata* superior a 55%, divergindo do trabalho atual, com taxa de 13,3% de forma individual.

No México, *D. longicaudata* foi mais eficiente em relação do que o parasitoide nativo *Doryctobracon crawfordi* (Viereck) quando em competição; *D. longicaudata* dominou os testes de multiparasitismo e apresentou elevada taxa de sobrevivência (MIRANDA *et al.*, 2015).

Embora *T. giffardianus* tenha parasitado menor número de larvas por dia do que seu parasitoide competidor em questão, *D. longicaudata*, esse fato foi compensado pelo hábito gregário e elevada razão sexual da prole, visando aos trabalhos em campo para o manejo integrado de pragas, onde a elevada razão sexual implica eficiência e maior número de larvas parasitadas, corroborando com os trabalhos de Suarez *et al.* (2014) e Núñez-Campero *et al.* (2016).

**Tabela 3** - Taxa de parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* e *Tetrastichus giffardianus* após exposição de larvas de terceiro ínstar de *Ceratitis capitata* (Cc) em frutos de goiaba, de cada parasitoide isolado ou em sucessão e emergência de *Ceratitis capitata*.

| Tratamento: larvas (3i)<br>expostas a | Porcentagem de parasitismo e<br>de emergência (%) |       |       | Razão Sexual |      |
|---------------------------------------|---|-------|-------|--------------|------|
|                                       | Cc  | DI    | Tg    | DI           | Tg   |
| <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>   | 14,47   | 64    | -     | 0,56         | -    |
| <i>Tetrastichus giffardianus</i>      | 41,5  | -     | 7,20  | -            | 0,61 |
| <b>Ambas as espécies (DI + Tg)</b>    | 8,38  | 28,95 | 13,70 | 0,53         | 0,83 |

Para *D. longicaudata*, sua emergência bruta variou de 138 e 131 para quantidade de insetos na competição de larvas nuas e larvas na goiaba, respectivamente. No ensaio com goiabas, 70 fêmeas das 131 larvas parasitadas chegaram à fase adulta naturalmente (Tabela 4).

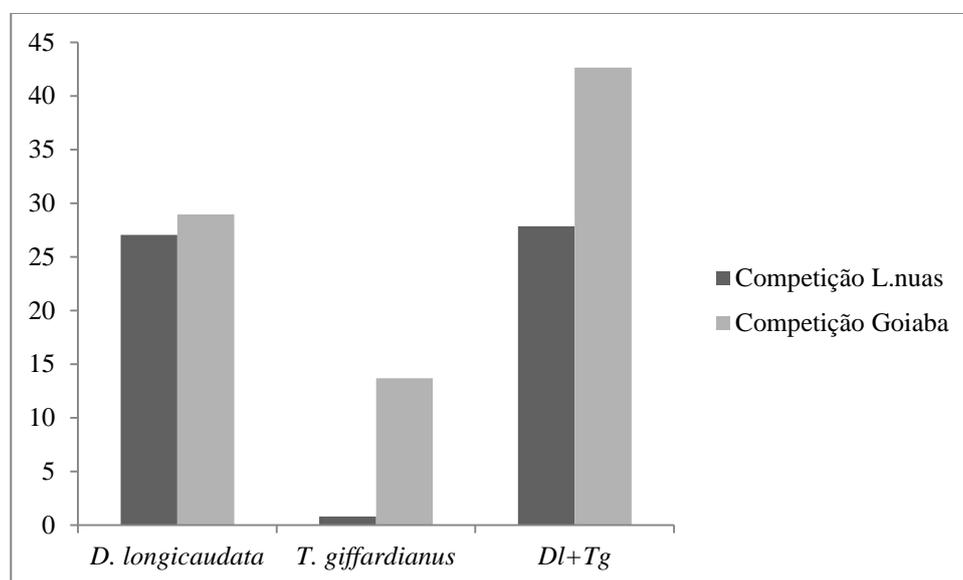
Para *T. giffardianus*, os números foram crescentes: foram parasitadas 4 larvas na competição em larvas nuas e 72 na competição com o fruto de goiaba, mostrando que a influência de voláteis utilizados foi apropriada. As 4 larvas originaram 35 insetos, sendo 32 fêmeas. Das 72 larvas da segunda competição, originaram-se 418 fêmeas de 503 insetos gerados pelo parasitoide gregário *T. giffardianus*, superando em quantidade de inseto o braconídeo estudado nessa competição (Tabela 4).

**Tabela 4** - Emergência bruta dos insetos isolados e em competição de larvas na goiaba.

| Tratamentos                    | Emergência natural dos insetos na goiaba |                                     |                                  |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|
|                                | <i>Ceratitis capitata</i>                | <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> | <i>Tetrastichus giffardianus</i> |
| Nenhuma espécie (controle)     | 405                                      | -                                   | -                                |
| <i>D. longicaudata</i> isolado | 76                                       | 310                                 | -                                |
| <i>T. giffardianus</i> isolado | 218                                      | -                                   | 334                              |
| Ambas as espécies (DI + Tg)    | 44                                       | 131                                 | 503                              |

Independentemente dos ensaios realizados, o parasitoide *D. longicaudata* foi mais eficiente nos experimentos, seja isoladamente ou em competição, apresentando taxas de parasitismo na competição de 27,04% e 28,9% para o bioensaio de larvas nuas e com goiabas, respectivamente (Figura 3).

Em competição, a taxa de parasitismo dos insetos foi afetada, porém quando une as taxas, para a segunda competição realizada nos frutos de goiaba, resultaram em 42,65% de taxa de parasitismo, somando as duas taxas dos inimigos naturais, apresentando aumento da percentagem em comparação com a competição sem frutos de 14,81% (Figura 3).

**Figura 3** - Taxa de parasitismo em competição e soma das taxas em competição.

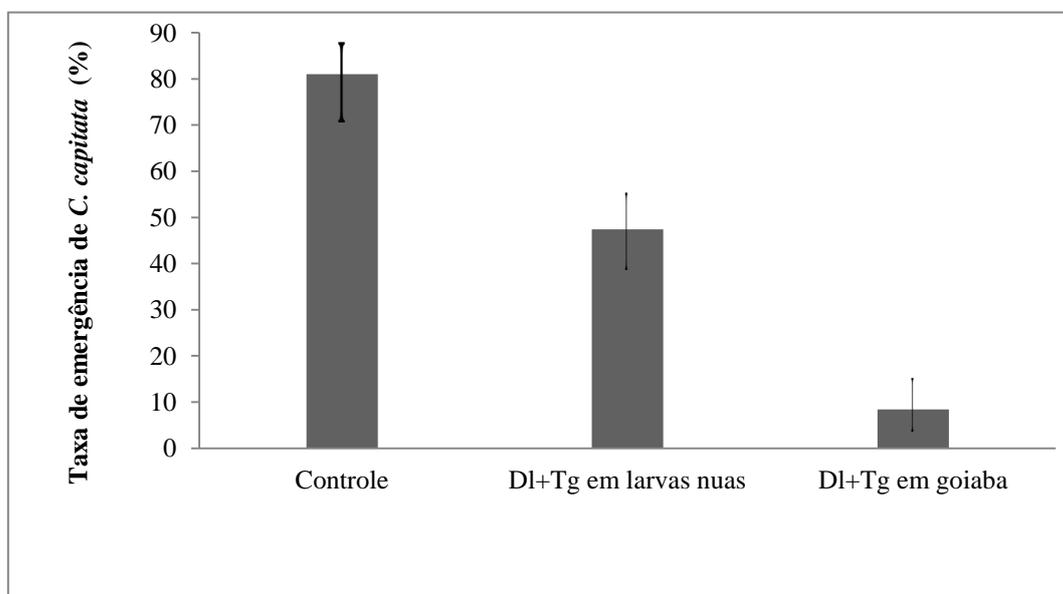
É possível afirmar, de acordo com os resultados obtidos, que *T. giffardianus* necessita de estímulo para efetuar o parasitismo em competição, pois os dados foram aprimorados com a inserção de um fruto hospedeiro natural do inseto-praga em questão,

mostrando a necessidade de excitações voláteis ou até comportamentais de larvas para a atividade do parasitoide em competição.

Com relação a aspectos endócrinos, fisiológicos e comportamentais, fêmeas de parasitoides respondem a odores emitidos pelo complexo planta-hospedeiro (CAMPOS; ARAÚJO, 1994; SILVA *et al.*, 2006; FATOUROS *et al.*, 2008). Desta forma, sabe-se que a eficiência de ação desses inimigos naturais depende de vários fatores, tais como a preferência hospedeira. Além disso, a espécie vegetal à qual a praga está associada influi diretamente na ação desses organismos.

Sob as condições apresentadas, no experimento conduzido com os endoparasitoides larvais o parasitismo de cada inimigo natural foi reduzido quando em competição intrínseca, indicando competição interespecífica. Em competição intrínseca, *D. longicaudata* teve sua taxa de parasitismo reduzida em 34,96%, sendo utilizada a máxima com o inseto isolado de 64% e a mínima em competição de larvas nuas 27,04% para obtenção deste dado.

Pode-se perceber a diminuição na taxa de emergência de *C. capitata* com a introdução dos parasitoides mesmo em competição. A taxa de emergência de *C. capitata* caiu de 81% na testemunha para 8,38% com a inserção de ambos os parasitoides no fruto da goiaba (Figura 4).



**Figura 4-** Taxa de emergência de *C. Capitata* no tratamento controle e nas competições

Os dados demonstram a importância do inimigo natural em relação à emergência da praga, mostrando que a relação interespecífica entre os parasitoides pode ocasionar menor emergência da praga em campo.

Não se pode afirmar o efeito dessa competição no controle biológico geral de *C. capitata*. Talvez os parasitoides se anulem em condições de campo. Em um futuro próximo, pretendemos levar a campo os parasitoides estudados no presente trabalho, a fim de obter resultados mais expressivos.

## 5. CONCLUSÃO

- Independentemente do modo de exposição das larvas (larvas nuas ou infestando frutos de goiaba), *Diachasmimorpha longicaudata* obteve maiores taxas de parasitismo do que a *Tetrastichus giffardianus*, com 27,04% e 28,95%, respectivamente.
- Para os experimentos de competição com o braconídeo, *T. giffardianus* apresentou melhor desempenho na presença de frutos de goiaba infestados artificialmente com larvas de terceiro ínstar de *C. capitata*;
- *T. giffardianus* teve sua taxa de emergência de insetos superior a *D. longicaudata*, com 476 insetos e 503 em larvas nuas e no fruto da goiaba;
- A emergência de *C. capitata* diminuiu significativamente com a introdução dos parasitoides, somando aproximadamente 40% de taxa de parasitismo dos inimigos naturais em frutos de goiaba.

## REFERÊNCIAS

- ABASTECIMENTO, Seab – Secretaria de Estado da Agricultura e do; **RURAL, Deral-Departamento de Economia**; ANDRADE, Eng. Agr. Paulo Fernando de Souza. Fruticultura. 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2017.
- AGUILAR, J. A. D.; WALDER, J. M. M. Biologia de *Diachasmimorpha longicaudata*(Ashmed) (Hymenoptera: Braconidae) criado sobre larvas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLO BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ/USP. 2003. p. 116.
- ALBAJES, R.; C. SANTIAGO-ALVAREZ. Efecto de la densidad larvaria y de la alimentación en la proporción de sexos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Trypetidae). *An.INIA. Serie Agrícola*, n. 13, p. 175-182, 1980.
- ALUJA, M. *et al.* Fruit infesting tephritids (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, Mexico. **Entomophaga**, Paris, v. 35, n. 1, p. 39-48, 1990.
- ALUJA, M. *et al.* Inter-specific competition and competition-free space in the tephritid parasitoids *Utetesan astrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). **Ecological Entomology**, v. 38, p. 485-496, 2013.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017 BRAZILIAN.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 27 jul. 2017. Anual.
- ARAUJO, E. L. *et al.* Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007.
- ARAUJO, E. L. *et al.* Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 471-476, 2013.

- ASKEW, R. R.; SHAW, M. R. Parasitoid communities: their size, structure and development. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. (org.). **Insect parasitoids**. New York: Academic Press, 1986. p. 225-264
- AUTUORI, M. Dados a respeito de *Tetrastichus giffardianus* Silv., parasita de *Ceratitiscapitata* Wied. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 13, p. 149-162, 1942.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology**: From Individuals to Ecosystems. 4. ed. Malden: Blackwell Publishing, 2006.
- BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A. I. Parasitóides ou Predadores? Vantagens e Desvantagens. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (org.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 29-41.
- BEZERRA, C. E. S. **Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla genanigra* Freitas (Neuroptera: Chrysopidae)**. 2010. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN.
- BITTENCOURT, M. A. L. et al. Parasitoids (Braconidae) associated with *Anastrepha* (Tephritidae) in host fruits on the Southern coast of Bahia, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 811-815, 2012.
- BOIVIN, G.; BRODEUR, J. Intra-and interspecific interactions among parasitoids: mechanisms, outcomes and biological control. In: BRODEUR, J.; BOVIN, G. (org.). **Trophic and Guild Interactions**. Biological Control. Springer. Dordrecht, the Netherlands. 2006, p. 123-144.
- BROUGHTON, S.; DE LIMA, P. F. Field evaluation of female attractants for monitoring *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) under a range of climatic conditions and population levels in Western Australia. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 2, p. 507-512, 2002.
- CAMPOS, W. G.; ARAÚJO, E. R. Ecologia de insetos parasitóides e o controle biológico de pragas. **Vertentes**, n. 4, p. 79-93, 1994.
- CANAL DAZA, 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, 2000. p. 119-126.
- 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, 2000. p. 119-126.
- CANCINO, J.; MONTOYA, P. Controle biológico por aumento en moscas de la fruta. **Folia Entomology**, v. 43, p. 257-270, 2004a.
- CANCINO, J.; MONTOYA, P. Desirable attributes of mass reared parasitoids for fruit fly control: a comment. **Vedalia**, v. 11, p. 53-58, 2004b.
- CARRASCO, M. *et al.* Responses of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) to mango fruit volatiles. **Environmental Entomology**, v. 34, p. 576–583, 2005.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MENDONÇA, M. C. Introdução e criação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hym., Braconidae), parasitóide de mosca-das-frutas (Dip, Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...**Caxambu: SEB, 1995. p. 365.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (org.). **Controle biológico no Brasil:** Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 65-179.
- CARVALHO, R. S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil.** 2003. 182f. Tese (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'. In: XLVII Congresso da Sober, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Anais do XLVII Congresso da Sober**, 2009.

- COSTA, V. A.; BERTI FILHO, E.; SATO, M. E. Parasitóides e predadores no controle de pragas. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (org.). **Controle Biológico na Prática**. ESALQ/USP, Piracicaba: CP 2, 2006. p. 25-34.
- COSTA, V. A. *et al.* Redescoberta de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) após 60 anos da sua introdução no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, p. 539-541, 2005.
- COSTA, M. L. E. *et al.* Atratividade do parasitoide de moscas-das-frutas, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a frutos de diferentes espécies cultivadas no vale do São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 8. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 159-165, 2013.
- CRUZ, I. B. M. *et al.* Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (org.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 55-66.
- CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: XIII seminário nacional de milho safrinha, **16**. 2015. p. 647-662.
- CUSUMANO, A.; PERI E.; S COLAZZA, S. Interspecific competition/facilitation among insect parasitoids. **Insect Science**, v. 14, p. 12-16, 2016.
- DIAS, N. S.; PARRA, J. R. P.; DIAS, C. T. S. Tabela de vida de fertilidade de três espécies neotropicais de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s.l.], v. 54, n. 1, p. 120-124, mar. 2010.
- DEBACH, P. The scope of biological control. In: DeBACH (org.). **Biological Control of Insect Pests and Weeds**. London: Chapman and Hall Ltd., 1964. p. 3-20.
- FATOUROS, N. E. *et al.* Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, New York, v. 19, n. 3, p. 677-689, 2008.

- FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acessado: 08 jun. 2017.
- FERNANDES, E. C. **Aspectos bioecológicos de parasitoides (hymenoptera) da mosca-do-mediterrâneo (Diptera: Tephritidae) Mossoró-RN 2018**. 2018. 92f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- FISHER, R. C. Aspects of the physiology of endoparasitic Hymenoptera. **Biological Reviews**, v. 46, p. 243–278, 1971.
- FISHER, R. C. Oxygen requirements and the physiological suppression of supernumerary insect parasitoids. **Journal of Experimental Biology**, v. 38, p. 605–638, 1963.
- GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002.
- GARCÍA-MEDEL, D. *et al.* Foraging behavior by six fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) released as single- or multiple species cohorts in field cages: influence of fruit location and host density. **Biological Control**, v. 43, p.12-22, 2007.
- GAULD, I. D.; BOLTON, B. **The Hymenoptera**. Oxford: Oxford University, 1998.
- GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- GREATHEAD, D. J. Parasitoids in classical biological control. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. J. (org.). **Insect parasitoids**. New York: Academic Press, 1986. p. 290-318.
- GONZÁLEZ, P. *et al.* Superparasitism in mass reared *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 40, p. 320–326, 2007.
- GREANY, P. D.; TUMLINSON, J. H.; CHAMBERS, D. L.; BOUSH, G. M. Chemically mediated host finding by *Biosteres (Opius) longicaudatus*, a parasitoid of tephritid fruit fly larvae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 3: p. 189–195, 1977.

- HAWKINS B. A. **Pattern and process in host-parasitoid interactions**. Cambridge University Press: Cambridge, 1994.
- HICKEL, E. R. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1005-1009, 2002.
- HEGAZI, E. *et al.* Dispersal and field progeny production of *Trichogramma* species released in an olive archard Egypt. **Biocontrol**, v. 57, p. 481-492, 2012.
- HEMPEL, A. O bicho dos frutos e seus parasitos. **Boletim de Agricultura**, v. 7, n. 5, p. 206-214, 1906.
- KNIPLING, E. F. **Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives – practical implications for regulating insect populations by biological means**. Washington, DC: US Department of Agriculture – Agricultural Research Service 1992.
- KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.
- LASALLE, J.; WHARTON, R. A. The identity and recognition of African *Tetrastichus* species (Hymenoptera: *Eulophidae*) associated with fruit flies (Diptera: Tephritidae). **African Entomology**, v. 10, n. 2, p. 297-304, 2002.
- LEONEL, J. R., F. L.; ZUCCHI, R. A.; WHARTON, R. A. Distribution and tephritid host (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. **International Journal of Pest Management**, v. 41, n. 4, p. 208-213, 1995.
- LIQUIDO, N. J.; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM, R. T. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Miscellaneous Publication 77. **Entomological Society of America**, Lanham, MD, 1991.
- MACKAUER M.; EHLER L.E.; ROLAND J. (org.). **Critical Issues in Biological Control**. Andover, Hants, UK: Intercept, 1990. p. 41–62.

- MARINHO, C. F. *et al.* Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: plantas hospedeiras e parasitismo. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009.
- 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.
- McDONALD, P. T.; McINNIS, D. O. *Ceratitis capitata*: effect of host fruit size on the number of eggs per clutch. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 37, p. 207-211, 1985.
- MIRANDA, M. *et al.* Niche breadth and interspecific competition between *Doryctobracon crawfordi* and *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), native and introduced parasitoids of *Anastrepha* spp. fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 82, p. 86-95, 2015.
- MONTOYA, P. *et al.* Biological Control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, 18: 216-224, 2000.
- MURDOCH, W. W.; BRIGGS, C. J.; NISBET, R. M. Competitive displacement and biological control in parasitoids: a model. **The American Naturalist**, v. 148, n. 5, p. 807-826, 1996.
- NAVA, D. E.; BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 28p. 2010. (Documentos, 315).
- NICÁCIO, J. N. *et al.* Native larval parasitoids (Hymenoptera) of frugivorous Tephritoidea (Diptera) in South Pantanal region, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 3, p. 407-419, 2011.
- NUNES, A. M. *et al.* Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 6-12, 2012.

- NÚÑEZ-CAMPERO, S. R. *et al.* Changes in *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) functional response as consequence of host density choice. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 109, n. 5, p. 730–736, 2016.
- OLIVEIRA, P. C. C. *et al.* Efeito da idade das larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.) sobre a qualidade biológica do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v. 81, n. 3, p. 244-249, set. 2014.
- OVRUSKI, S. M. *et al.* Hymenopteran parasitoids on fruit infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United State: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 81–107, 2000.
- OVRUSKI, S. M. *et al.* Host Preference by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) Reared on Larvae of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, p. 195-200, 2011.
- PARANHOS, B. J. P. *et al.* Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco. **Embrapa Semi-Árido**, 2008, 11p.
- PARANHOS, B. J. *et al.* Intrinsic Competition and Competitor-Free-Space Influence the Coexistence of Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) of Neotropical Tephritidae (Diptera). **Environmental Entomology**, Petrolina, v. 42, n. 4, p. 717-723, ago. 2013.
- PARRA, J. R. P. *et al.* **CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL: PARASITÓIDES E PREDADORES**. Barueri: Manole Ltda., 2002.
- PARRA, J. R. P. *et al.* Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002a. p. 143-164.

- PARRA, J. R. P. *et al.* Biological Control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, [s.l.], v. 71, n. 5, p. 420-429, out. 2014.
- PEMBERTON, C. E.; WILLARD, H. F. A contribution to the biology of fruit-fly parasites in Hawaii. **Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 8, p. 419-465, 1918.
- PESSOA, L. G. A.; HERMANSON, L.; FREITAS, S. **Criação massal de crisopídeos.** In: BORTOLI, S. A.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; OLIVEIRA, J. E. M. Agentes de controle biológico: metodologias de criação, multiplicação e uso. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 27-37.
- PURCELL, M. F.; VAN NIEUWENHOVEN, A.; BATCHELOR, M. A. Bionomics of *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae): an endoparasitoid of tephritid flies. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 1, p. 198-206, 1996.
- PURCELL, M. F. Contribution of biological control to integrated pest management of Tephritidae fruit flies in the tropics and subtropics. **International Journal of Pest Management**, v. 3, p. 63-83, 1998.
- SALT, G. The defense reactions of insects to metazoan parasites. **Parasitology**, v. 53, p. 527-642, 1963.
- SANTOS, J. O. *et al.* Atratividade do parasitoide de ovos de mosca-das-frutas, *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae), por diferentes frutos hospedeiros. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 9. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 255-262, 2014.
- SCHLISERMAN, P.; OVRUSKI, S. M.; DECOLL, O. The establishment of *Diachasmimorphalongicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Misiones, Northeastern Argentina. **Florida Entomologist**, v. 86, p. 491-492, 2003.
- SEGURA, D. F. *et al.* Innate Host Habitat Preference in the Parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*: Functional Significance and Modifications through Learning.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos.** Ed. Agronômica Ceres, 1976.

- SILVA, C. C. *et al.* Sensory response of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to stimuli from the bug *Euschistus heros*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1093-1098, 2006.
- SIVINSKI, J. M. *et al.* Suppression of a Caribbean fruit fly (*Anastrepha suspense* (Loew) Diptera: Tephritidae) population through augmented releases of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Ithaca, v. 6, n. 2, p. 177-185, 1996.
- SIVINSKI, J. M. The past and potential of biological control of fruit flies. In McPHERON, B. A.; STECK, G. J. (org.). **Fruit fly pest**. A world assessment of their biological and management. Delray Beach: St Lucie Press, 1996. p. 369-375
- SIVINSKI, J. M.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial and temporal distribution of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit flies. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.
- SOBRINHO, R. B. *et al.* PRODUÇÃO INTEGRADA DE MELÃO. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2008. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 143).
- STUHL, C. *et al.* Larvae promotes oviposition behavior by the biological control agent *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology** v. 40, p. 727-736, 2011.
- SUAREZ, L. *et al.* Biological control of *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina: releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in fruit-producing semi-arid areas of San Juan. **Natural Science**, v. 6, p. 664-675, 2014.
- SZYNISZEWSKA, A. M.; TATEM, A. J. Global assessment of seasonal potential distribution of Mediterranean fruit fly, *Ceratitiscapitata*(Diptera: Tephritidae). **PLoS One**, v. 9, n. 11, p. 1- 13, 2014.
- THOMPSON, C. R. *Diachasmimorphalongicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), biological control agent for the Caribbean fruit fly. Department of

Agriculture and Consumer Services, Division Plant Industry, **Entomology Circular**, Gainesville, n. 325, p. 325-326, 1989.

URAMOTO, K.; MARTINS, D. S.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in a remnant area of the highly endangered Atlantic Rain Forest in the State of Espírito Santo, Brazil. Cambridge University Press, 2007. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, p. 1-10, 2007.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. New species of *Anastrepha schiner* (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brazil. **Zootaxa**, v. 2535, p. 49-60, 2010.

VAN NIEUWENHOVE, V.; BEZDJIAN, L.P.; SCHLISERMAN, P.; ALUJA, M.; OVRUSKI, S.M. Combined effect of larval and pupal parasitoid use for *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) control. **Biological Control**, v. 95, n. 1, p. 94–102, 2016.

VARGAS, R. I. *et al.* Opiine parasitoid (Hymenoptera: Braconidae) of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) on Kauai Island, Hawaii: Islandwide relative abundance and parasitism rates in wild and orchard guava habitats. **Environmental Entomology**, v. 22, p. 246-53, 1993.

VIDAL, M. F.; XIMENES, L. J. F. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - Etene**, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 18-26, out. 2016. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3\\_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402-9d75f3708925](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402-9d75f3708925)>. Acesso em: 08 jun. 2017.

WALTER, J. M. M. *et al.* Criação e liberação do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no Estado de São Paulo. **Laranja**, São Paulo, v. 16, p. 149-153, 1995.

WANG, X. G.; BOKONON–GANTA, A. H.; MESSING R. H. Intrinsic inter-specific competition in a guild of tephritid fruit fly parasitoids: Effects of co-evolutionary history on competitive superiority. **Biological Control**, v. 44, p. 312-320, 2008.

- WANG, X.G. *et al.* Foraging efficiency and outcomes of interactions of two pupal parasitoids attacking the invasive spotted wing drosophila. **Biological Control**, v. 96, p. 64–71, 2016.
- WHARTON, R. A. Classical biological control of fruit Tephritidae. In: ROBINSON, A., HARPER, G. (org.). **World Crop Pests, Fruit flies: Their Biology, Natural Enemies, and Control**. vol. 3b. **Elsevier Science**, Amsterdam, 1989. p. 303–313.
- WHARTON, R. A.; YODER, M. J. **Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae**. Disponível em: <<http://paroffit.org>>. Acesso em: 1º mai. 2019.
- ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 41-48.
- ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. 2012. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <[www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/](http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/)>. Acesso em: 10 abr. 2018.