



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

HELLANNY MATOS DA SILVA

**COMPETIÇÃO ENTRE ENDOPARASITOIDES LARVAIS DE *Ceratitis capitata*
(Wied.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

MOSSORÓ

2019

HELLANNY MATOS DA SILVA

**COMPETIÇÃO ENTRE ENDOPARASITOIDES LARVAIS DE *Ceratitis capitata*
(Wied.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
agronomia

Orientador: Prof. Dr. Elton Lucio de Araujo

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.

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

S586c	Silva, Hellanny Matos da. COMPETIÇÃO ENTRE ENDOPARASITOIDES LARVAIS DE <i>Ceratitis capitata</i> (Wied.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) / Hellanny Matos da Silva. - 2019. 39 f. : il. Orientador: Elton Lucio de Araujo. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2019. 1. Controle Biológico. 2. Competição interespecífica. 3. Mosca-do-mediterrâneo. I. Araujo, Elton Lucio de, orient. II. Título.
-------	--

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

HELLANNY MATOS DA SILVA

**COMPETIÇÃO ENTRE ENDOPARASITOIDES LARVAIS DE *Ceratitis capitata*
(Wied.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em agronomia.

Defendida em: 12 / 08 / 2019.

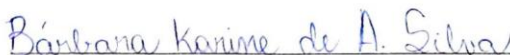
BANCA EXAMINADORA



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



Elania Clementino Fernandes, Dra. (TEC AGRO)
Membro Examinador



Bárbara Karine de Albuquerque Silva, Doutoranda (UFERSA)
Membro Examinador

*Às mulheres da minha vida Lena, Zilda, Amélia,
Mana, Valda, Lygia, Julia e Bárbara
(presentes)*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Todas as palavras são poucas nesse momento. Sou grata primeiramente ao autor e consumidor da minha fé (Deus), não só por me dar o dom da vida, mas pela oportunidade de conhecê-lo e senti-lo, e saber que Ele segurou a minha mão em todos os momentos, bons e ruins. Sem dúvidas agradeço muito mais pelos ruins, pois foi por meio destes que Ele me mostrou o quanto eu era capaz de passar por esse período tão difícil na UFERSA e, assim como Jó, posso dizer “antes te conhecia só de ouvir falar, mais hoje te conheço de perto”.

Essa conquista devo também a minha família, aos meus pais Francisco Françuelio e Valdilene de Matos e aos meus irmãos Lygia e Samuel, eu olhava para vocês e via a confiança que precisava para prosseguir. Obrigada por serem minha motivação diária, por me darem amor e compreensão, por me ensinarem valores que foram fundamentais para minha formação. Sou grata as minhas tias Amélia, Julia, Maninha e Valda por serem verdadeiras mães para mim, por fazerem o possível e o impossível para me ver feliz. Não podia faltar Nauan, meu sobrinho, todo meu esforço ao longo desses anos também foi por ele, minha maior saudade. Agradecimento especial a Zilda, por ter sacrificado sua vida em prol da família, sou extremamente grata à senhora que, com todo orgulho, chamo de mãe.

Não poderia faltar nesse momento tão especial a família da minha amiga, companheira e irmã Nathalya Gomes, que me acolheu como nunca pensei que me acolheriam; dona Lucia me tratou como uma filha e me recebeu de braços abertos sem pedir nada em troca. Sem sombras de duvidas o mundo precisa de mais pessoas como vocês. Obrigada Nayure, Lucineide, Iris e Ivan, muito obrigada porque foi por intermédio de você que pude conhecer pessoas tão maravilhosas.

Diana Irene e Marileya Lopes, minhas grandes amigas, tenho um amor único por vocês, todo o cuidado e dedicação que tiveram comigo e a preocupação se eu estava realmente bem, obrigada. A Anny Karoline quero deixar um agradecimento especial, por me mostrar que estar presente na vida de alguém não é apenas fisicamente, apesar de nos vermos praticamente uma vez no ano, por conta de faculdade e morarmos em cidades diferentes suas mensagens sempre estão presentes, obrigada pela amizade e por ver em mim qualidades que nem eu mesma vejo, sua paciência quando passei por um momento delicado foi incrível, obrigada pelo cuidado, apoio, carinho e proteção.

Agora à eles que, com toda a certeza, tem um papel fundamental na minha trajetória, sou grata pela vida de cada um, toda ajuda que me deram nunca vou poder retribuir, esse diploma tem um pouco de cada um de vocês, os melhores presentes que a UFERSA poderia

ter me dado: Renata, Cristine, Afonso, Tatiane, Jair, Adriano, Clinton, Adênio, Ariel, Thomaz, Geovane, Mateus, Anderson, Fernanda, Edivino, André, Ramon, Edislan, Keverson, Cassia e Mariana, Caio, Beatriz e Alricélia.

Luma Lorena, obrigada por ter sido minha colega de apartamento que logo se tornou companheira e, depois de muitas águas que rolaram até hoje, é oficialmente minha amiga, temos tantas histórias que um livro seria pouco para contar.

Aos meus amigos de Russas que compreendiam que minha ausência era por um motivo maior, vocês me faziam sorrir mesmo estando longe a vocês Virginia, Aline, Junior, Bergue, Regia, Maycon, Isabele, Vitoria, Thaysa, David.

Um agradecimento especial para Bárbara Albuquerque, por ser mais do que uma amiga, por fazer o papel de mãe e cuidar não só de mim, mas de todos que a rodeiam. Tenho uma admiração enorme pela pessoa que você é e pela profissional que tem se tornado, parabéns por ser tão incrível. Alcimar Galdino, obrigada por toda a paciência, calma e ajuda, ou por simplesmente me escutar nos momentos de desespero. Ambos foram fundamentais para a execução desse trabalho.

Agradeço ao meu orientador Elton Lucio por todo o conhecimento compartilhado e a toda a equipe do Laboratório de Entomologia Aplicada pelo apoio, momentos de descontração e trocas de conhecimento, essenciais para minha formação pessoal e profissional.

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês”, diz o Senhor, "planos de fazê-los prosperar e não de lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro.

Jeremias 29:11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Taxa de parasitismo individual e em competição simultânea e sequencial	31
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número médio de larvas parasitadas por dia (NLP), Razão sexual (RS) e Taxa de parasitismo (P) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Dl) e <i>Tetrastichus giffardianus</i> (Tg) em competição extrínseca (Dl + Tg) utilizando larvas de <i>Ceratitis capitata</i> como hospedeiro. ...	28
Tabela 2. Número médio de larvas parasitadas por dia (NLP), Razão sexual (RS) e Taxa de parasitismo (P) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Dl) e <i>Tetrastichus giffardianus</i> (Tg) em competição intrínseca (Dl → Tg) em larvas de <i>Ceratitis capitata</i>	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	FRUTICULTURA	16
2.2	MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE).....	16
2.3.	CONTROLE DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS	17
2.3.1.	CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>CERATITIS CAPITATA</i>	18
	a) <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Hymenoptera: Braconidae).....	19
	b) <i>Tetrastichus giffardianus</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	20
2.3.2.	COMPETIÇÃO.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO	23
	a) Criação de manutenção de <i>Ceratitis capitata</i>	23
	b) Criação de manutenção de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	23
	c) Criação de manutenção de <i>Tetrastichus giffardianus</i>	24
3.2	EXECUÇÃO DO BIOENSAIO	24
	a) Experimento 1: Competição extrínseca entre endoparasitoides larvais de <i>Ceratitis capitata</i>	25
	b) Experimento 2: Competição intrínseca <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> e <i>Tetrastichus giffardianus</i> em larvas de <i>Ceratitis capitata</i>	25
3.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

RESUMO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são mundialmente consideradas como um dos maiores entraves para a produção, comercialização e exportação de frutas. Dentre as espécies de maior importância, *Ceratitis capitata* é a única do gênero presente no Brasil e destaca-se como uma das mais agressivas em relação a outros tefritídeos. Embora o controle químico seja o principal utilizado para o controle desses tefritídeos-praga, os parasitoides são considerados como os mais efetivos reguladores naturais desses dípteros. *Tetrastichus giffardianus* Silvestre (Hymenoptera: Eulophidae) e *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) foram os primeiros a serem utilizados em liberações em campo para o controle desses dípteros no Brasil e estão entre os principais a serem estudados e aplicados no controle de *C. capitata*. Contudo, são escassas informações acerca de como as interações competitivas entre esses inimigos naturais e a influência direta na supressão da praga, fazendo-se necessário a realização de experimentos a fim de verificar esses efeitos. Para tanto, foram realizados dois experimentos no esquema de delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). O experimento 1 consistiu na competição extrínseca com exposição simultânea dos endoparasitoides larvais (Dl+Tg) em uma mesma arena. Para cada tratamento foi ofertada uma quantidade fixa de sete larvas de terceiro instar de *C. capitata* ($\pm$ 10 dias de idade), infestadas artificialmente em frutos de acerola, sendo os tratamentos compostos de 15 repetições. Para o experimento 2, competição intrínseca, foi realizado o mesmo procedimento de infestação das larvas, com exposição ao endoparasitoide *D. longicaudata* e sequencialmente à *T. giffardianus* (Dl $\rightarrow$ Tg). Os resultados obtidos para os tratamentos controle foram de 35,14% e 14,86% para *D. longicaudata* e *T. giffardianus* respectivamente; já quando colocados em competição extrínseca *D. longicaudata*, obteve-se índices de 18,48% e *T. giffardianus* 9,14%. Quando os parasitoides foram expostos a uma competição intrínseca os resultados foram de 26,67% para o braconídeo e 8% para o eulofídeo. O parasitoide larval *D. longicaudata* se sobressaiu à *T. giffardianus* em todos os tratamentos avaliados.

Palavras-chave: Controle Biológico. Competição interespecífica. Mosca-do-mediterrâneo.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil foi considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção estimada em 43,5 milhões de toneladas no ano de 2017 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018). A fruticultura é uma atividade de notável crescimento na região Nordeste e sua produção corresponde por cerca de 27% do volume nacional de frutas frescas, que tem desempenhado papel fundamental no desenvolvimento da economia e geração de emprego e renda das pessoas desta região (VIDAL e XIMENES, 2016).

O mercado de frutas frescas envolve uma série de regras para sua produção e comercialização, principalmente no que se refere à exportação de frutos, havendo restrições fitossanitárias impostas pelos países importadores (QUERINO *et al.*, 2014). Dentre os principais insetos com importância para a fruticultura, podemos destacar os insetos da família Tephritidae também conhecidos como moscas-das-frutas, destacando-se como uma das mais relevantes pragas para a fruticultura mundial com cerca de 125 mil espécies já relatados de dípteros (BARRACO VEGA, 2003).

O ataque dessas pragas pode ocasionar danos diretos e indiretos aos frutos. Os danos diretos estão relacionados principalmente com a fase larval, em que as larvas se alimentam da polpa dos frutos tornando-o inadequado tanto para o consumo como para a indústria; outro dano refere-se ao momento seguinte a oviposição, onde as fêmeas deixam no fruto um orifício que serve como porta de entrada para microorganismos provocando o seu apodrecimento e reduzindo sua vida pós-colheita, além disso, estes dípteros também se constituem em pragas quarentenárias para alguns países importadores das frutas brasileiras (MACEDO *et al.*, 2017).

As moscas-das-frutas de importância econômica que ocorrem no Brasil pertencem a quatro gêneros: *Anastrepha* (Schiner), *Bactrocera* (Macquart), *Ceratitis* (MacLeay) e *Rhagoletis* (Loew). Sendo que do ponto de vista agrícola e econômico apenas *Ceratitis capitata* (Wiedemann), e sete das espécies de *Anastrepha* são economicamente importantes para o País (ZUCCHI, 2000).

Ceratitis capitata é a única espécie do gênero que possui importância agrícola no Brasil, disseminada por todas as regiões tropicais do mundo (DeMEYER *et al.*, 2008). É uma espécie multivoltina e, por isso, consegue encontrar hospedeiros durante o ano todo (ZUCCHI, 2000), sendo classificada como praga polífaga, por ser capaz de infestar mais de 300 espécies botânicas no mundo (FLEISHER, 2004).

A forma de controle comumente empregada para a supressão das moscas-das-frutas ainda é por meio do método químico, seja ela por meio de pulverização por cobertura, iscas

toxicas ou o uso da técnica do inseto estéril (RAGA e SATO, 2016). No entanto, uma opção alternativa ao controle químico seria o uso do controle biológico que tem se tornado uma medida promissora para o controle de tefritídeos (NICÁCIO *et al.*, 2011).

Os agentes utilizados no controle biológico são chamados de inimigos naturais, compostos por predadores, parasitoides e entomopatógenos (DeBACH, 1964). Sendo os parasitoides os principais agentes de controle que auxiliam equilíbrio populacional de moscas-das-frutas (CARVALHO, NASCIMENTO e MATRANGOLO 2000).

Ao longo dos anos, vários foram os programas que introduziram parasitoides visando controlar tefritídeos-praga em todo o mundo, havendo liberações desses himenópteros em países como Costa Rica, Guatemala, México e EUA (CANCINO e MONTOYA, 2004).

Em 1937, no estado de São Paulo, ocorreu a primeira liberação de *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Eulophidae) através do Instituto Biológico, com o intuito de controlar populações de *C. capitata* na região. *T. giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide larval de origem africana, esse inimigo natural possui hábito gregário e parasita larvas de terceiro instar de moscas-das-frutas dos gêneros *Ceratitis*, e *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) (COSTA *et al.*, 2005).

A mais recente tentativa de controle de *C. capitata* no Brasil por meio de liberações inundativas em 1994 com a introdução do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical (CARVALHO, NASCIMENTO e MATRANGOLO, 2000). Tendo origem indo-australiana, esse parasitoide é mundialmente empregado no controle de moscas frugívoras, onde atuam preferencialmente sobre larvas de segundo e terceiro instar (PURCELL *et al.*, 1994).

No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos decorrentes dessas múltiplas liberações sobre outros organismos no ambiente (VAN LENTEREN, 2012), sendo de suma importância compreender como a interação competitiva entre os parasitoides e como irão influenciar no sucesso em programas de controle biológico (MURDOCH, BRIGGS e NISBET, 1996). Pois a concorrência entre as espécies de parasitoides pode ocorrer tanto extrinsecamente (entre adultos de vida livre em busca de recursos do hospedeiro), como também intrinsecamente (entre parasitoides imaturos em desenvolvimento no mesmo hospedeiro) (MILLS, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a competição interespecífica entre dois parasitoides larvais, *T. giffardianus* e *D. longicaudata* sobre larvas da mosca-do-mediterrâneo (*C. capitata*), desenvolvidas em frutos de acerola, pois é de suma importância o conhecimento prévio sobre a interação dos inimigos naturais com potencial

para o uso em programas de controle biológico a fim que se tenha um efeito aditivo de parasitismo entre as espécies de parasitoides utilizados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FRUTICULTURA

A fruticultura vem se destacando ao longo dos anos impulsionada pela crescente produção agrícola, deixando o Brasil na terceira colocação mundial no *ranking* de produtores de frutas frescas, com uma produção estimada em 43,5 milhões de toneladas no ano de 2017 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

No Brasil, mesmo com os entraves decorrentes da escassez hídrica, a região nordeste é responsável por 27% de toda produção de frutas do país, fator decorrente das condições edafoclimáticas e locais que propiciam qualidade produtiva ao longo de todo o ano (VIDAL e XIMENES, 2016). No entanto, a produtividade no setor pode ser comprometida devida aos diversos problemas fitossanitários, destacando-se as insetos pragas.

Entre as principais ameaças na cadeia produtiva da fruticultura estão as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) que ocasionam perdas quantitativas e qualitativas aos frutos, sendo considerado um dos maiores entraves enfrentados pelo mercado frutícola (BRASIL, 2016).

2.2 MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) se desenvolvem em diversas espécies de frutos e os danos causados por essa praga os torna impróprio para a comercialização, destacando esses dípteros como as principais pragas de importância econômica e quarentenária para a fruticultura mundial (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Segundo Paranhos (2008), as moscas-das-frutas são consideradas pragas de importância quarentenária para a fruticultura mundial onde, para o Brasil, as espécies *Anastrepha ludes* (Loew), *Anastrepha suspensa* (Loew), *Ceratitis rosa* (Karsch), *Bactrocera curvicauda* (Drew & Hancock), *Dacus tryoni* (Frogg), *Toxotrypana curvicauda* (Gerstaecke), são classificadas como pragas quarentenárias A1 e a espécie *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) se classifica como praga quarentenária A2, por possuir distribuição de forma limitada no território brasileiro.

As espécies que apresentam importância quarentenária presentes no país são *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha grandis* (Macquart), *C. capitata* e *B. carambolae* tem essa importância pois os países importadores de frutas em que a praga não ocorre, impõe barreiras alfandegárias, afetando assim a exportação nacional de frutas frescas (PARANHOS, 2008).

Dentre as espécies citadas, pode-se destacar *C. capitata* ou mosca-do-mediterrâneo que, como o próprio nome já diz, é originária das regiões do mediterrâneo, e seu primeiro relato no Brasil se deu no início do século XX (IHERING, 1901); sendo essa espécie a única do gênero presente no país (ZUCCHI, 2001). Atualmente, este tefritídeo já foi registrado em todo território nacional, com exceção dos estados: Amapá, Amazonas e Sergipe (ZUCCHI e MORAES, 2012). Até o momento, *C. capitata* infesta cerca de 94 espécies vegetais no Brasil, associada a frutíferas de 27 famílias botânicas, sendo as famílias Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Anacardiaceae e Sapotaceae as mais infestadas (ZUCCHI, 2012).

O adulto desse díptero possui em média 5 mm de comprimento e 12 mm de envergadura; os seus olhos possuem coloração castanho-violáceos e seu corpo tem um predomínio da coloração amarela; suas asas são transparentes com listras amarelas e sombreadas; a área superior do seu tórax é preta com desenhos brancos simétricos, já o seu abdome possui listras transversais acinzentadas de coloração amarela (NAVA e BOTTON, 2010).

As fêmeas de *C. capitata* passam por um período de pré-oviposição que dura cerca de 11 dias, para realizar a postura as fêmeas inserem seu ovipositor no fruto e depositam em média de um a dez ovos, o mesmo possui um aspecto alongado tendo tamanho de 1 mm, ao termino se tem a oviposição onde a incubação é de 2 a 6 dias, a fase larval dura cerca de 9 a 13 dias, duração do estágio pupal é de 10 a 12 dias onde a mesma mede cerca de 4 a 8 mm (NAVA e BOTTON, 2010).

Essa praga causa danos diretos e indiretos no fruto, pois o desenvolvimento larval ocorre no interior do mesmo tornando a polpa inviável, e conseqüentemente a queda prematura do fruto, tornando assim impróprio para o consumo *in natura* e para a indústria (ARAUJO e ZUCCHI, 2003).

Um dos fatores que encarece o processo de produção do setor frutícola onde se tem a presença de *C. capitata*, são as constantes aplicações de inseticidas para o controle dessa praga (NORA, HICKEL, e PRANDO, 2000). Além dos danos ambientais, o uso constante de defensivos agrícolas pode acarretar na diminuição de insetos benéficos para o meio ambiente (COELHO, 2008); mostrando cada vez mais a importância do uso de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

2.3. CONTROLE DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS

As moscas-das-frutas são pragas chaves da fruticultura em todo o mundo, tendo seu controle na maioria das vezes por meio de inseticidas sintéticos, que baseia-se na cobertura

total ou na forma de iscas tóxicas, sendo visto pelos produtores como o principal meio para a proteção do fruto, no entanto a supressão por meio defensivo agrícolas pode ser limitada a fatores como tempo e espaço além das várias características intrínsecas desses tefritídeos, como alta fecundidade, polifagia, migração, dentre outros (RAGA e SATO, 2016).

O controle cultural destaca-se como um dos métodos utilizados, consistindo na retirada de frutos caídos da área e, se possível, a antecipação da colheita em locais que tenham um alto grau de infestação dessa praga, um ponto primordial a ser avaliado é as populações desses insetos-praga em áreas vizinhas, pois as moscas-das-frutas tendem a migrar para áreas favoráveis à sua multiplicação (RAGA, 2005).

Paranhos (2008) mostra a utilização da técnica de inseto estéreo promissora, pois consiste na criação massal do inseto-praga e esterilização do macho por meio de radiação gama, posteriormente liberando-os em campo afim de que os mesmos venham a copular com as fêmeas selvagens e assim por serem estéreis não gerem descendentes.

Ao longo dos anos essas técnicas foram se aperfeiçoando e foi criado o Manejo Integrado de Pragas (MIP) consistindo no conjunto de ações que contribui para a diminuição da população da praga sem que haja maiores danos ao meio ambiente (COELHO, 2008).

A fim de que se tenha uma mudança e diminuição no uso de defensivos agrícolas, pode-se usar as seguintes estratégias: melhoramento genético por meio de materiais resistentes, agrotóxicos seletivos e o uso de inimigos naturais como predadores e parasitoides (HASSANALI *et al.*, 2008). O Manejo Integrado das moscas-das-frutas inclui um uso racional de inseticidas juntamente com outras técnicas ambientalmente aceitas como o uso de inseto estéril, e métodos culturais para impedir a multiplicação dos indivíduos no pomar (BADII *et al.*, 2015) e principalmente o uso do controle biológico.

2.3.1. Controle biológico de *Ceratitis capitata*

Segundo Gallo *et al.* (2002), controle biológico é um fenômeno natural que se define como regulação do número de plantas ou animais por inimigos naturais, onde os mesmos se caracterizam como agentes de mortalidade biótica.

Em todo mundo, programas de controle biológico de moscas-das-frutas é baseado em métodos inundativos a partir de liberação de parasitoides, produzidos em criações massais, visando uma supressão populacional da praga (PARRA *et al.*, 2002).

Dentre eles, agentes como parasitoides ou predadores (PARRA *et al.*, 2002). O Controle biológico natural é um processo que ocorre de forma naturalmente no meio ambiente. Já quando se fala do controle biológico clássico consiste em transferir inimigos

naturais de uma área para a outra afim de que os mesmos consigam se estabelecer e aumentar sua população, o controle biológico aplicado é a liberação inundativa de parasitoides ou predadores em uma área, sendo provenientes de uma criação massal estabelecida em laboratório (PARRA *et al.*, 2002).

Dentre os principais agentes de controle biológico de *C. capitata* em todo o mundo, destaca-se o uso de himenópteros parasitoides (ALUJA *et al.*, 2014). Existem características específicas para os parasitoides quando comparados a outros agentes de controle biológico: a fase imatura é fisiologicamente dependente do seu hospedeiro, além de possuir tamanho menor que o mesmo, e os adultos possuem vida livre (GARCIA, 1991).

O ciclo de vida dos parasitoide inicia-se com a localização da larva no interior do fruto. A larva da mosca, ao se alimentar da polpa, produz vibrações que são identificadas pelo parasitoide através de suas antenas.; a fêmea do parasitoide introduz então o ovipositor através da casca do fruto e realiza a postura dentro da larva da mosca; desenvolvimento do parasitoide acontece no interior da larva do hospedeiro, que ao empupar terá seu conteúdo corporal é consumido pela larva do parasitoide, ao final do ciclo, ao invés de emergir um adulto de uma mosca, emerge um parasitoide, que reiniciará o ciclo (CARVALHO, NASCIMENTO e MATRANGOLO, 2000). Dessa forma, o parasitoide contribui para redução populacional das moscas-das-frutas.

Em todo o mundo, os parasitoides mais importante no controle natural e/ou aplicado são os parasitoides idiobiontes de ovos (Braconidae/Opiinae) e endoparasitoides coinobiontes de larva-pupa das famílias: Braconidae (Opiinae e Alysiinae), Figitidae (Eucoilinae), Eulophidae (Tetrastichinae) e parasitoides idiobiontes de pupas (Chalcididae), Pteromalidae (Miscogasterinae; Pteromalinae) e Diapriidae (Diapriinae) (OVRUSKI *et al.*, 2000). Em estudos de levantamento realizado Araujo (2015) na região semiárida do Ceará observou a presença de importantes espécies de parasitoides destacando-se as famílias Braconidae e Eulophidae.

a) *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae)

Diachasmimorpha longicaudata possui origem na região Indo-Australiana, se caracteriza por ser um endoparasitoide, ou seja, a fêmea oviposita seus ovos no interior do corpo do hospedeiro que permanece vivo até chegar a fase de pupa, para assim se ter o completo desenvolvimento do parasitoide, ele está entre os cinco principais braconídeos da subfamília Opiinae (PURCELL *et al.*, 1994).

A espécie *D. longicaudata*, é a mais usada a nível mundial no controle biológico de moscas das frutas (BOMFIM, CARVALHO e CARVALHO 2010), onde se destaca pela facilidade de criação em laboratório, e adaptabilidade aos diversos ambientes (BARANOWSKI, GLENN e SIVINSKI, 1993).

Com o uso desse braconídeo, obteve-se uma significativa diminuição das populações de moscas-das-frutas no Havaí e Flórida; no México foi liberado em áreas adjacentes de pomares comerciais que se tem alta infestação de *Anastrepha* spp. (MONTROYA *et al.*, 2017).

A introdução desse parasitoide no Brasil se deu em 1994 por meio da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental, originário da Flórida; onde seriam desenvolvidos estudos para verificar o desempenho desse inimigo natural e se o mesmo teria um bom desempenho nos diversos ecossistemas do Brasil, afim de que fosse usado para complementar o Manejo integrado de *Anastrepha* spp. e da espécie exótica *C. capitata* (CARVALHO, NASCIMENTO e MATRANGOLO, 2000)

Os adultos de *D. longicaudata* tem olhos de colocação marrons e seu o corpo possui colorações vermelha e amarronzada, tendo antenas mais longas que o corpo, asas claras e ovipositor alongado, seu tamanho se diferencia de acordo com o sexo, variando de 3 a 5 mm para fêmeas e 2 a 4 mm para machos (THOMPSON, 1989).

Esse parasitoide consegue detectar hospedeiro em diferentes densidades e com ampla diversidade de espécie de frutos, tendo como característica de forrageamento no dossel das árvores até o nível do solo (GARCÍA-MEDEL *et al.*, 2007). As fêmeas de *D. longicaudata* possuem preferências por parasitar larvas hospedeiras de 2º e 3º instar, além de procurar seus hospedeiros em frutos já maduros em decomposição por emitirem voláteis que vão atrair esses braconídeos (PURCELL *et al.*, 1994).

O movimento das larvas hospedeiras no interior dos frutos é um fator fundamental para *D. longicaudata* localizar e selecionar seus os frutos infestados, os sinais dos insetos hospedeiros são percebidos pelo parasitoide através de sua antena e ao caminhar pelo fruto, após localizar a larva, a fêmea introduz seu ovipositor através da polpa do fruto para finalmente introduzir seus ovos dentro do corpo da larva hospedeira (MONTROYA *et al.*, 2003).

b) *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae)

Tetrastichus giffardianus pertence a ordem (Hymenoptera: Eulophidae) é caracterizado por ser um endoparasitoide cenobionte gregário (PURCELL *et al.*, 1996), o mesmo ataca tefritídeos dos gêneros *Ceratitis*, *Bactrocera* e *Anastrepha* (Schiner) (COSTA *et*

al., 2005; ARAÚJO *et al.*, 2016). Esse parasitoide foi levado da África ocidental para o Havaí (USA), e após liberado em países da América Latina (PURCELL *et al.*, 1996).

Segundo Costa *et al.* (2005) esse inimigo natural foi introduzido no Brasil a fim de auxiliar no controle de *C. capitata* na década de 30 no estado de São Paulo; no entanto esse parasitoide não se estabeleceu em São Paulo e só foi detectado após 60 anos na região nordeste, possivelmente devido as condições climáticas do semiáridas serem semelhantes ao de seu centro de origem.

Nos anos de 1999, 2001 e 2005 esse parasitoide foi encontrado em abundância em pupas de *C. capitata* sobre Castanhola (*Terminalia catappa*) em Vera Cruz - BA, em acerola (*Malpighia glabra*) em Baraúna - RN e seriguela (*Spondias purpurea*) em Fortaleza - CE (COSTA *et al.*, 2005). O mesmo tem habito de forragear entrando assim nas rachaduras dos frutos, onde deposita seus ovos em larvas maduras (PEMBERTON e WILLARD, 1918). Seu desenvolvimento do ovo até o adulto gira em torno de 17,4 dias em temperatura igual 26 C° (PURCELL *et al.*, 1996).

Estudos realizados por Fernandes (2018), mostraram o desenvolvimento de *T. giffardianus* em condição de temperatura a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, Umidade Relativa de $60\pm 10\%$ e Fotofase de 12 horas, foi de 14 dias, onde a fase de ovo durou um dia, a larva desse eulofideo passam por três instas que ao todo são quatro dias, fase de pré-pupa é de dois dias, o período de pupa é cerca de sete dias ao termino se tem a emergência do adulto.

A diferenciação entre machos e fêmeas de *T. giffardianus* se dá principalmente pelas antenas dos machos que são mais longos comparado com as das fêmeas e pelo abdômen, que nas fêmeas são bem maiores (FERNANDES, 2018).

2.3.2. Competição

Alguns hospedeiros são atacados por múltiplas espécies de parasitoides e, sob certas condições, ocorre a competição pelo controle dos recursos do hospedeiro. Competição envolvendo parasitoides se divide em duas grandes categorias: extrínsecas (entre adultos de vida livre em busca de recursos do hospedeiro) e intrínseca (entre parasitoides imaturos em desenvolvimento dentro do hospedeiro) (HARVEY, POELMAN e TANAKA 2013; CUSUMANO, PERI e COLLAZZA, 2016).

Apesar de na competição intrínseca pode ocorrer um superparasitismo, onde o hospedeiro é parasitado por vários indivíduos pertencentes a mesma espécie ou multiparasitismo quando o hospedeiro é atacado por vários indivíduos de espécies diferentes;

ao final do ciclo, o parasitoide superior irá emergir do pupário hospedeiro, sendo a única espécie a prevalecer na competição (HARVEY, POELMAN e TANAKA, 2013)

Quando a competição intrínseca é estabelecida, as larvas do parasitoide podem destruir os ovos do concorrente, por meio de alterações fisiológicas dentro do hospedeiro ou por ataque físico (FISHER, 1961).

Antes da introdução de espécies exóticas deve observado dois pontos cruciais, se as espécies exóticas vão competir com os parasitoides nativos do hospedeiro, e qual o impacto desses múltiplos parasitoides em um habitat, sendo assim de fundamental importância estudos sobre como essas interações competitivas irão influenciar no controle dessa praga (COLLIER, KELLY e HUNTER, 2001).

Quando se introduz mais de uma espécie, pode-se estabelecer esse tipo de competição, se tem risco de haver um deslocamento de nichos, perdas na biodiversidade e/ou hiperparasitismo (CANAL e ZUCCHI, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO

a) Criação de manutenção de *Ceratitis capitata*

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, *campus* Mossoró, Rio Grande do Norte, sob as condições controladas de temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Os adultos de *C. capitata* são provenientes da linhagem Viena 8 da criação de manutenção do referido laboratório. As moscas são criadas em gaiolas de plástico (27,6 x 33,1 x 48,7 cm) com a frente coberta por tecido do tipo *voile* branco por onde as fêmeas inserem seu ovipositor e depositam seus ovos que caem por gravidade em depósitos de 250 ml contendo água.

A criação é mantida em prateleiras de metal onde as laterais possuem lâmpadas de luz fria (40 W) afim atrair as fêmeas para ovipositarem na tela. Diariamente os ovos são coletados e semeados em dietas artificiais que servirão de alimentação para a fase jovem, a dieta é composta por uma mistura de Farelo de trigo, Ácido cítrico, lêvedo de cerveja, açúcar cristal, benzoato de sódio, *nipasol*, *nipagin* e água destilada.

Ao completar a fase jovem, os pupários eram coletados e armazenados em recipientes plásticos, onde permaneciam até a emergência dos adultos, aos quais eram transferidas para as gaiolas de criação, sendo fornecida como alimento uma mistura de açúcar refinado + Lêvedo de cerveja na proporção 3:1, fornecida em recipiente, como fonte de água uma esponja, do tipo Spontex® é colocada em um recipiente com água.

Os métodos de criação em dieta artificial seguiram padrões preconizados por Pedroso (1972), semelhantes aos procedimentos executados no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP).

b) Criação de manutenção de *Diachasmimorpha longicaudata*

Os adultos usados na criação de *D. longicaudata* foram fornecidos pela MoscaMed Brasil. Os insetos são multiplicados em laboratório utilizando larvas de terceiro instar de *C. capitata* como hospedeiras. Os adultos são mantidos em gaiolas plásticas (27,6 x 33,1 x 48,7 cm), cobertas por tecido *voile* na parte superior da gaiola onde são depositadas as larvas junto com dieta utilizada para multiplicação do parasitoide, as mesmas ficam por um período de 24 horas, após o término desse tempo são recolhidas e acondicionadas em recipientes plásticos

de 500 ml para a emergência de novos adultos. Dentro da gaiola é fornecido água em recipientes plásticos com esponjas do tipo Espontex®, já para a alimentação eram disponibilizados açúcar e mel. A criação era mantida em temperatura controlada de $25^{\circ}\pm 2$, com umidade relativa de $60\% \pm 10$ e fotoperíodo de 12 horas.

c) Criação de manutenção de *Tetrastichus giffardianus*

Para o estabelecimento da criação de *T. giffardianus* foram coletados frutos de castanhola (*Terminalia catappa*) infestando com *C. capitata* coletados na zona urbana de Mossoró-RN ($5^{\circ}11'26''S$ $37^{\circ}20'17''W$ Altitude: 20m). Os frutos coletados foram colocados em sacos de papel, identificados e encaminhados ao laboratório, onde foram contados, pesados e colocados em bandejas plásticas contendo uma camada de vermiculita, e coberto com tecido do tipo *voile*. Após 7 dias, a vermiculita foi peneirada para a obtenção dos pupários, posteriormente os pupários foram transferidos para placas de Petri contendo uma fina camada de vermiculita fina umedecida. Os adultos emergidos de *T. giffardianus* foram colocados em uma gaiola de metalacrílico (30 x 30 x 30 cm), com uma abertura (10 x10 cm) de tecido *voile* na parte superior para ventilação e na lateral uma tela em forma de manga para manipulação. Parte dos adultos foram armazenados em recipientes plásticos (5 mL) contendo álcool 70% e identificados pelo pesquisador Valmir Antônio Costa, do Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, em Campinas, São Paulo.

Os parasitoides foram alimentados com açúcar granulado e mel puro pincelado em um papel posto numa placa de Petri de (9,5 x 9,5 x 1,6 cm). A água foi ofertada através de uma garrafa plástica de 50 ml com fita absorvente (Spontex®), onde água ficava disponível por capilaridade. Diariamente, larvas de terceiro ínstar de *C. capitata* eram ofertadas em frutos de castanhola, para a manutenção da população em laboratório. Após a exposição, larvas foram transferidas para placas de Petri contendo dieta para completar o seu desenvolvimento e as pupas foram colocadas em recipiente plástico (9,5 x 9,5 x 1,6 cm) contendo vermiculita fina levemente umedecida, onde permaneceram até a emergência das moscas e/ou parasitoides.

3.2 EXECUÇÃO DO BIOENSAIO

Visando avaliar as interações entre *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, foram realizados dois experimentos distintos: Experimento 1 - Consistiu na exposição simultânea das larvas de terceiro instar de *C. capitata* pelas duas espécies de parasitoide coexistindo em uma mesma arena; Experimento 2: Exposição das larvas de terceiro instar de *C. capitata* por 5 horas à *D. longicaudata* e sequencialmente à *T. giffardianus* por 24 horas.

Deve-se ressaltar que ambos os experimentos foram executados simultaneamente, utilizando-se larvas hospedeiras do mesmo lote e parasitoides emergidos no mesmo período, em DIC com 15 repetições replicado por 5 dias.

a) Experimento 1: Competição extrínseca entre endoparasitoides larvais de *Ceratitis capitata*

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) composto por quatro tratamentos: 1) Controle de *C. capitata*; 2) Controle de *D. longicaudata* (Dl); 3) Controle de *T. giffardianus* (Tg); 4) Competição extrínseca com exposição simultânea aos parasitoides larvais (Dl+Tg) em uma mesma arena. Para cada tratamento foi ofertada uma quantidade fixa de sete larvas de terceiro instar de *C. capitata* (± 10 dias de idade), infestadas artificialmente em frutos de acerola. Os tratamentos eram compostos de 15 repetições que consistiam em arenas plásticas (capacidade para 500 ml) com uma abertura na parte superior coberta de tecido *voile* para melhor aeração. Em cada arena eram individualizados um casal de parasitoide referente a cada tratamento, utilizando mel como alimento e água *ad libitum*. Casais recém-emergidos de *T. giffardianus* e adultos com cinco dias de idade de *D. longicaudata* (período de pré-oviposição), presumidamente acasalados e sem experiência prévia de oviposição foram utilizados para os ensaios de competição.

b) Experimento 2: Competição intrínseca *Diachasmimorpha longicaudata* e *Tetrastichus giffardianus* em larvas de *Ceratitis capitata*

A metodologia utilizada para o segundo experimento foi semelhante a empregada no experimento 1, diferindo apenas quanto aos tratamentos utilizados: 1) Controle de *C. capitata*; 2) Controle de *D. longicaudata* (Dl); 3) Controle de *T. giffardianus* (Tg); 4) Competição intrínseca com exposição ao endoparasitoide *D. longicaudata* e, sequencialmente, à *T. giffardianus* (Dl $\rightarrow$ Tg).

Para tanto, o tratamento 4 consistiu na exposição de 7 larvas por arena as fêmeas do parasitoide *D. longicaudata* por um período de 5 horas, sendo posteriormente retiradas e ofertadas ao endoparasitoide larval *T. giffardianus* por 24 horas.

Pelo tamanho de seus ovipositores, os adultos de *T. giffardianus* necessitaram que aberturas fossem realizadas nos frutos de acerola utilizados no experimento, de forma a facilitar a entrada dos adultos no interior dos mesmos para forrageamento e parasitismo, semelhante ao que ocorre naturalmente em campo.

Ao final de 24 horas os pupários eram retirados dos respectivos tratamentos, exceto os do experimento 1, na qual as larvas de *C. capitata* ofertadas a *D. longicaudata* foram retiradas após o fim de cinco horas e ofertadas aos casais de *T. giffardianus*. Com o auxílio de um pincel afim de evitar danos as pupas, as mesmas foram individualizadas em tubos de ensaio e devidamente identificados, sendo em seguida cobertos por um papel filme e acondicionadas em bandejas plásticas até a emergência dos adultos do parasitoide ou da mosca. Os pupários que permaneceram fechados após o período emergência dos insetos, foram dissecados com o auxílio de agulhas, afim de avaliar a possível ocorrência do parasitismo.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os parâmetros avaliados foram porcentagem de parasitismo, taxa de emergência dos parasitoides e moscas e razão sexual. Para a determinação do percentual de emergência foi utilizada as seguintes equações:

- a) Taxa de emergência (%) = (número de adultos emergidos/número de larvas ofertadas) x 100 (CARVALHO, 2003).
- b) Razão sexual da prole originada pelos parasitoides = (número de fêmeas/número de fêmeas + machos) (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976).
- c) Índice de parasitismo (%) = [número de larvas parasitadas (dia) /número de larvas fornecidas (dia)] x 100 (PARANHOS; WALDER e ALVARENGA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Experimento 1

Quando avaliada a competição de forma extrínseca (uma única arena para os dois endoparasitoide larvais), obteve-se uma taxa média de parasitismo de 35,14% e 14,86% para os tratamentos controle de *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, respectivamente, enquanto que a porcentagem média obtida para o tratamento 4 (Dl+Tg) caiu para 18,48% em relação ao braconídeo e 9,14% para o eulofídeo (Tabela 1), demonstrando uma possível competição interespecífica por sítios de oviposição.

Em pesquisas realizadas por Paranhos *et al.* (2007), a fim de avaliar as taxas de parasitismo de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata* em diferentes cultivares de goiaba, foi possível observar níveis de parasitismo médios de 19,08% em condições laboratoriais, inferiores aos observados no presente trabalho.

O parasitismo isolado de *D. longicaudata* se mostrou superior a maior parte dos resultados encontrados na literatura, com índice de parasitismo médio de 35,14% para o tratamento controle, evidenciando assim o bom desempenho desse inimigo natural (Tabela 1).

Esse braconídeo consegue obter bons índices de parasitismo devido suas inúmeras vantagens dentre elas, se desenvolve em diferentes espécies de moscas-das-frutas, além da capacidade de forragear as larvas hospedeiras em diferentes frutíferas esse fato pode ser observado por Meirelles *et al.* (2016) avaliando o parasitismo de *D. longicaudata* sobre larvas de *A. fraterculus* em situação de semi-campo em frutas exóticas e nativas.

Outro ponto a ser abordado é sua capacidade de adaptação em diferentes ecossistemas, pois trabalhos de liberação de *D. longicaudata* em áreas semiáridas produtoras de frutas na Argentina, mostraram um potencial para o uso desse parasitoide em regiões produtoras (SUAREZ *et al.*, 2014).

A razão sexual (RS) dos parasitoides emergidos nos tratamentos controle foi significativamente tendenciosa ao sexo masculino para ambos os parasitoides utilizados no experimento, com valores de 0,42 e 0,33 para *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, respectivamente. Contudo, na presença de competidores, é possível observar pela tabela 1 que os descendentes deixados pelos parasitoides diminuíram drasticamente tendo dominância do sexo masculino tanto para o braconídeo (0,27), quanto para o eulofídeo (0,14) (Tabela 1).

Apesar de *T. giffardianus*, de um modo geral, apresentar um índice menor de parasitismo, este fato é compensado pelo hábito gregário, haja vista que de um único pupário hospedeiro emergi mais de um parasitoide e pela razão sexual tendenciosa para o sexo feminino do eulifídeo (COSTA *et al.*, 2005).

Tabela 1. Número médio de larvas parasitadas por dia (NLP), Razão sexual (RS) e Taxa de parasitismo (P) de *Diachasmimorpha longicaudata* (Dl) e *Tetrastichus giffardianus* (Tg) em competição extrínseca (Dl + Tg) utilizando larvas de *Ceratitis capitata* como hospedeiro.

TRAT	NLP	Dl		Tg	
		RS	%P	RS	%P
Tg	15,60	-	-	0,33	14,86
Dl	24,60	0,42	35,14	-	-
Dl+Tg	29,00	0,27	18,48	0,14	9,14

De acordo com Canal e Zucchi (2000), um ponto importante e considerado fundamental para um parasitoide de moscas-das-frutas é a escolha da planta hospedeira, uma vez que as fêmeas de parasitoides encontram as larvas com maior facilidade em frutos pequenos e de pericarpo pouco espesso.

Carvalho (2005), avaliando o efeito da liberação e parasitismo do braconídeo *D. longicaudata* em situação de campo, observou que os maiores índices de parasitismo foram obtidos em frutos de casca fina e polpa rasa como os de umbu-cajá, seriguela, pitanga, jambo vermelho e jambo d'água.

Supostamente, os caracteres morfológicos dos insetos influenciaram nos resultados, uma vez que o ovipositor alongado de *D. longicaudata* (5,7 mm) é capaz de penetrar o fruto com maior facilidade possibilitando, assim, uma maior área de sondagem e oviposição (SIVINSKI, VULINEC e ALUJA, 2001, SIVINSKI e ALUJA, 2012). Contudo, como *T. giffardianus* não consegue ovipositar por meio da casca intacta do fruto (PEMBERTON e WILLARD, 1918), as aberturas realizadas na execução do trabalho possibilitaram a ação deste parasitoide, simulando frutos caídos e com aberturas naturais.

b. Experimento 2

O experimento 2 teve por finalidade avaliar o efeito das interações intrínsecas competitivas sobre as duas espécies de parasitoides utilizados no presente trabalho. Para isso, a exposição inicial ao braconídeo *D. longicaudata* e sequencial para *T. giffardianus* demonstrou resultados divergentes que os observados no primeiro experimento.

Na ação sequencial de *D. longicaudata* e *T. giffardianus*, o índice de parasitismo chegou a 34,67% (26,67 % para *D. longicaudata* e 8% para *T. giffardianus*) (Figura 2), sendo estatisticamente igual ao do parasitismo de *D. longicaudata* sem competição (35,14%), mas apresentou um efeito não aditivo significativo quando comparado ao tratamento controle de *T.*

giffardianus (14,86%) (Tabela 2). Os resultados não demonstraram efeitos aditivos entre os parasitoides, aos quais as taxas médias de parasitismo individuais foram melhores que as obtidas em conjunto.

Apesar de ter apresentado um decréscimo referente a 46,84% em relação ao tratamento controle, as fêmeas de *T. giffardianus* ainda conseguiram parasitar 8% a mais de larvas de *C. capitata* previamente expostas à *D. longicaudata*. Esse fato pode ser observado nos dados obtidos onde aparentemente a maioria das larvas que escaparam do parasitismo do braconídeo foram atacadas pelo eulofídeo.

Contudo, a ordem de exposição das larvas hospedeiras para a oviposição pode ter influenciado negativamente a ação de *T. giffardianus*, uma vez que há vantagens competitivas para o parasitoide que primeiro oviposita. Simulando o efeito competitivo entre *Utetes anastrephae* (Viereck) e *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), Aluja *et al.* (2013) verificaram uma relação direta entre a ordem de oviposição e o desenvolvimento do parasitoide. São necessários novos estudos acerca da correlação entre a ordem de exposição das larvas aos parasitoides: inicialmente para o parasitoide gregário *T. giffardianus* e, posteriormente, ao solitário *D. longicaudata*.

Em pesquisas desenvolvidas por Wang e Messing (2003), avaliando a competição entre *F. arisanus* (Silvestri) e *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) o parasitoide de ovo demonstrou resultados superiores ao seu concorrente em quase todas as situações de competição, provavelmente devido a sua atuação precoce e possível inibição fisiológica entre os imaturos.

Um ponto de suma importância é a presença de mandíbula nos primeiros instares larvais de alguns parasitoides solitários possibilitam que estes matem concorrentes presentes no hospedeiro multiparasitado (HARVEY, POELMAN e TANAKA 2013), fazendo com que apenas uma espécie se sobressaia e emerja do pupários hospedeiro.

Quanto ao parâmetro razão sexual, nota-se que os valores podem variar teoricamente entre zero (somente machos) e um (somente fêmeas). O ideal é que se tenha uma emergência de machos equivalente ao número de fêmeas emergidas e, portanto, o valor do coeficiente seria igual a 0,5. Visando liberações em programas de controle biológico, a otimização da criação de forma a se obter uma maior emergência de fêmeas é fundamental, uma vez que são elas as responsáveis pelo parasitismo e controle das populações-praga em campo.

A razão sexual (RS) dos parasitoides emergidos nos tratamentos controle foi tendenciosa ao sexo masculino com valores de 0,42 e 0,33 para *D. longicaudata* e *T. giffardianus*. Nota-se que a razão sexual de ambas as proles foi significativamente afetada

quando em competição, havendo um decréscimo dos valores obtidos (maior proporção de machos) para 0,39 em relação ao braconídeo e de 0,31 para o eulofídeo (Tabela 2). Apesar disso, são escassas as pesquisas referentes a influência da competição na razão sexual da prole de parasitoides (FERNANDES, 2018).

Pesquisas realizadas por Ovruski *et al.* (2011) avaliando a preferência de *D. longicaudata* por larvas de *Anastrepha fraterculus* e *C. capitata*, o braconídeo priorizou o parasitismo sobre as larvas de *A. fraterculus*, supostamente pela maior quantidade de alimento corporal em relação às larvas de *C. capitata*, havendo uma maior descendência de fêmeas na prole.

Tabela 2. Número médio de larvas parasitadas por dia (NLP), Razão sexual (RS) e Taxa de parasitismo (P) de *Diachasmimorpha longicaudata* (Dl) e *Tetrastichus giffardianus* (Tg) em competição intrínseca (Dl → Tg) em larvas de *Ceratitis capitata*.

TRAT	NLP	Dl		Tg	
		RS	%P	RS	%P
Tg	15,60	-	-	0,33	14,86
Dl	24,60	0,42	35,14	-	-
Dl → Tg	36,40	0,39	26,67	0,31	8

Estudos realizados por Yang *et al.* (2018) avaliaram a competição entre dois braconídeos, *F. arisanus* e *Psytalia incisi* (Silvestri), onde os resultados da competição sequencial foram ligeiramente maiores do que quando colocados de forma isolada na arena isso possivelmente ocorreu devido aos parasitoides atuarem em instares diferentes do hospedeiro, assim não tendo uma competição pelo mesmo sitio de oviposição.

Em trabalhos realizados por Miranda *et al.* (2015) com os parasitoides *Doryctobracon crawfordi* (Viereck) e *D. longicaudata* sobre as larvas de espécies de *Anastrepha* e *C. capitata*, *D. longicaudata* apresentou resultados superiores ao nativo *D. crawfordi*, corroborando com os resultados do presente trabalho, ao qual *D. longicaudata* se sobressaiu a *T. giffardianus* quando em competição, apresentando índices de parasitismo superiores (Figura 1).

Na figura abaixo é possível visualizar o quanto *D. longicaudata* se sobressaiu quando comparado a *T. giffardianus* em ambas os experimentos de competição.

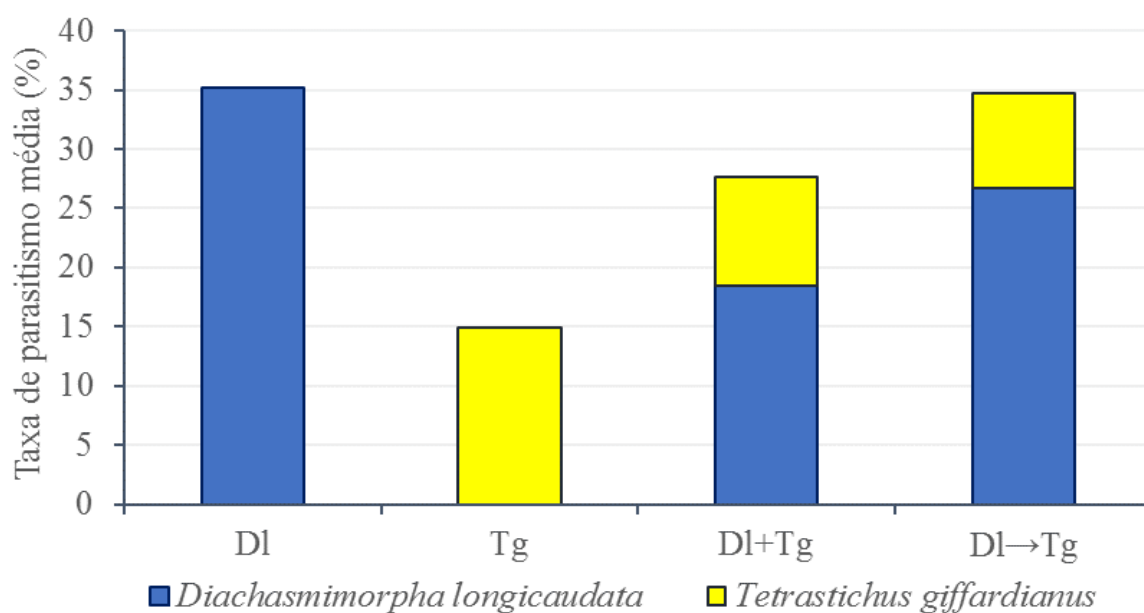


Figura 1. Taxa de parasitismo individual e em competição simultânea e sequencial

Apesar dos resultados obtidos na presente pesquisa, não é possível inferir sobre o real efeito desses parasitoides sobre *C. capitata* em condições de campo, uma vez que os fatores abióticos provocam forte influência sobre o comportamento e desenvolvimento dos insetos. Por isso, a realização de trabalhos em condições de semi-campo e campo são imprescindíveis para avaliar o potencial de ação desses parasitoides, bem como a relação entre essas espécies de inimigos naturais.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos no presente estudo, foi possível observar que *Diachasmimorpha longicaudata* teve índices de parasitismo superiores a *Tetrastichus giffardianus* sobre larvas de *Ceratitis capitata* expostas em frutos de acerola, seja de forma isolada, sequencial ou simultânea.

REFERÊNCIAS

- ALUJA, M. *et al.* Inter-specific competition and competition-free space in the tephritid parasitoids *Utetes anastrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). **Ecological Entomology** v. 38, n.7, p. 485-496, 2013.
- ALUJA, M. *et al.* Management through tropical tree conservation. **Biodiversity and Conservation, Dordrecht**, v. 23, s. n., p. 831-853, 2014.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Benno Bernardo Kist *et al.* Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/04/FRUTICULTURA_2018_dupla.pdf> Acesso em: 16 maio 2019.
- ARAÚJO, A.A.R. *et al.* *Tetrastichus giffardianus* on pupae of *Anastrepha* in Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 7, p. 1134-1135, 2016.
- ARAUJO, E.L. *et al.* Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 471-476, 2013.
- ARAUJO, E.L. *et al.* Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 610-616, 2015.
- ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava*), em Mossoró RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 1, p. 73-77, 2003.
- BADII, K. B. *et al.* Review of the pest status, economic impact and management of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 12, p. 1488-1498, 2015.
- BARANOWSKI, R.; GLENN, H.; SIVINSKI, J. Biological control of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew). **Florida Entomologist**, v. 76, n. 2, p. 245-250, 1993.
- BARRACO VEGA, P. Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, n. 33, p. 293-307, 2003.

- 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**, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretária de Defesa Agropecuária. **Plano de Defesa Agropecuária (PDA)**. Brasília: Mapa/ACS, 2016, p. 33.
- CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides – Braconidae. In: MALAVASI, A. e ZUCCHI, R. A. (eds.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000 p. 327.
- CANCINO, J.; MONTOYA, P. Controle biológico por aumento en moscas de la fruta. **Folia Entomologica**. v. 43, s.n, p. 257-270, 2004.
- CARVALHO, R. S. Evaluation of the inoculative releases of the exotic parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) in a diversified orchard in Conceição do Almeida, Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 799-805, 2005.
- CARVALHO, R. S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil**. 2003. 182f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- CARVALHO, S. C.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. P 113-117.
- COELHO, S. A. M. P. **Resistência de genótipos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) a *Bemisia tabaci* Biotipo B**. 2008. 61 p. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2008.
- COLLIER, T. R.; KELLY S. E.; HUNTER, M. S. Egg size, intrinsic competition, and lethal interference in the parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia Formosa*. **Biological Control**, v. 23, s.n., p. 254-261. 2001.

- COSTA, V. A. *et al.* Redescoberta de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) após 60 anos da sua introdução no Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 72, n. 4, p. 539-541, 2005.
- CUSUMANO, A.; PERI E.; COLAZZA, S. Interspecific competition/facilitation among insect parasitoids. **Insect Science**, v. 14, s.n, p. 12-16, 2016.
- DeMEYER, M. *et al.* Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitis rosa*). **Journal of Biogeography**, v. 35, s.n., p. 270–281, 2008.
- DeBACH, P. The scope of biological control. p. 3-20. In **Biological Control of Insect Pests and Weeds** (P. DeBach, editor). Chapman and Hall Ltd., p. 844. 1964.
- FERNANDES, E. C. **ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE PARASITOIDES (HYMENOPTERA) DA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**. 2018. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- 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.
- GARCIA, M. A. Ecologia nutricional de parasitoides e predadores terrestres. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, SP: Manole, 1991. cap.8, p. 289-311.
- 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, s.n., p. 12-22, 2007.
- GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 282 p.
- HARVEY, J. A., E. H. POELMAN, AND T. TANAKA. Intrinsic inter-and intraspecific competition in parasitoid wasps. **Annual Review of Entomology**. v. 58, p. 333-346, 2013.
- HASSANALI, A. *et al.* Integrated pest management: the push–pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems

- including animal husbandry. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, n. 1491, p. 611-621, 2008.
- IHERING, H. V. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, n. 6, p. 179, 1901.
- MACEDO, M. *et al.* Mid-level image representation for fruit fly identification (Diptera: Tephritidae). Conference: IEEE Internacional Conference on eScience, At Auckland, New Zeland. p.1-10, 2017.
- MILLS, N. Interspecific competition among natural enemies and single versus multiple interactions in biological control. In: BRODEUR J.; BOIVIN G. (Eds.). *Trophic and Guild Interactions in Biological Control*. **Springer**, the Netherlands, s.n, p. 191–220, 2006.
- 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: Tephritida) **Biological Control**, v. 82, s.n, p. 86-95, 2015.
- MEIRELLES, R. N. *et al.* Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* por *Diachasmimorpha longicaudata* em condições de semi campo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p. 204-209, 2016.
- MONTOYA, P. *et al.* Effect of *Diachasmimorpha longicaudata* releases on the native parasitoid guild attacking *Anastrepha* spp. larvae in disturbed zones of Chiapas, Mexico. **Biological Control**, s.n, v. 12, p. 1-13, 2017.
- MONTOYA, P. *et al.* Oviposition behavior and conspecific host discrimination in *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a fruit fly parasitoid. **Biocontrol Science and Technology**, v. 13, n. 7, p. 683-690, 2003.
- 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 *Ceratitidis capitata* em pessegueiro. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2010. 28p. (Documentos, 315).

- NICÁCIO, J. N. *et al.* Native larval parasitoids (Hymenoptera) of frugivorous Tephritoidea (Diptera) in South Pantanal Region, Brazil. **Flórida Entomologist**, v. 94, n. 3 p. 407-419, 2011.
- NORA, I.; HICKEL, E.; PRANDO, H. Moscas-das-Frutas nos estados brasileiros: Santa Catarina. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância económica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2000. 327p.
- OVRUSKI, S. M. *et al.* Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: 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* (Hymneoptera: Braconidae) reared on larvae of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Flórida Entomologist**, v. 94, p. 195-200, 2011.
- PARANHOS, B. A. J.; WALDER, J. M. M.; ALVARENGA, C. D. Parasitismo de larvas da mosca-do-mediterrâneo por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes cultivares de goiaba. **Neotropical Entomology**. 2007, v. 36, n. 2, p. 243-246, 2007.
- PARANHOS, B. J. P. moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira. Embrapa Semi-Árido, p. 2. 2008.
- PARRA, J. R. P. *et al.* Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.1-13.
- PEDROSO, A.S. **DADOS BINÔMICOS DA CERATITIS CAPITATA WIED. 1824 (DIPTERA: TEPHIRITIDAE) OBTIDOS EM LABORATÓRIO EM REGIME DE DIETA ARTIFICIAL 1972**. 127 f. Tese (Doutorado).-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Piracicaba 1972.
- 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, 419-465, 1918.

- PURCELL, M. F. *et al.* Influence of guava ripening on parasitism levels by *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) and other parasitoids of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 4. p. 396-403, 1994.
- PURCELL, M. F.; VAN NIEUWENHOVEN, A.; BATCHELOR, M. A. Bionomics of *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae): an endoparasitoid of tephritid fruit flies. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 1, p. 198-206, 1996.
- QUERINO, R. B. C *et al.* Fruit fly (Diptera: Tephritidae) community in guava orchads and adjacent fragments of native vegetation in Brazil. **Flórida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 778-786, 2014.
- RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. *Laranja*, v. 26, s.n, p. 307-322, 2005.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Controle Químico de Moscas-das-frutas. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 20, p. 1-14, 2016.
- SILVEIRA NETO, S. *et al.* Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba: Ceres, 1976. p. 419.
- SIVINSKI, J.; VULINEC, K.; ALUJA, M. Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. fruit flie (Diptera: Tephritidae) in southern Mexico **Annals of the Entomological Society of America** v. 94. s.n., p. 886-895, 2001.
- SIVINSKI, J; ALUJA, M. The role of parasitoid foraging for hosts, food and mates in the augmentative biological control of Tephritidae. **Insects**, v. 3, s.n., p. 668-691, 2012.
- SUAREZ, L. *et al.* Biological Control of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina: Releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Fruit-Producing Semi-Arid Areas of San Juan. **Natural Science**, v. 6, n. 9, p. 664-675. 2014.
- THOMPSON, C. R. *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), biological control agent for the Caribbean fruit fly. Department of Agriculture and Consumer Services, Division Plant Industry, **Entomology Circular**, v.325, n.s, p. 325-326, 1989.

- VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Biological Control**, v. 57, s.n, p. 1-20, 2012.
- 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, 2016. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402-9d75f3708925>. Acesso em: 08 maio. 2019.
- WANG, X. G.; MESSING, R. H. Intra- and interspecific competition by *Fopius arisanus* and *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of tephritid fruit flies. **Biological Control**, v. 27, p. 251-259, 2003.
- YANG, J. *et al.* Interspecific competition between *Fopius arisanus* and *Psytalia incisi* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 121, p. 183– 189. 2018.
- ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, sinônímias, 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.; MORAES, R. C. B. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/, atualizado em 12 de abril de 2019. Acessado em 29 de março de 2019.