



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

MARIANA MACEDO DE SOUZA

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DE *Tetrastichus*
giffardianus SILVESTRI (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO**

MOSSORÓ

2017

MARIANA MACEDO DE SOUZA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DE *Tetrastichus giffardianus*
SILVESTRI (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. D.Sc. Elton Lucio de Araujo

MOSSORÓ

2017

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

S719a SOUZA, MARIANA MACEDO DE.
ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DE
Tetrastichus giffardianus SILVESTRI (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO / MARIANA
MACEDO DE SOUZA. - 2017.
41 f. : il.

Orientador: ELTON LUCIO DE ARAUJO.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de --Selecione um
Curso ou Programa--, 2017.

1. Parasitoide. 2. Tephritidae. 3. Parâmetros
demográficos. 4. Unidade de oviposição. 5.
Substrato de pupação. I. DE ARAUJO, ELTON LUCIO,
orient. II. Título.

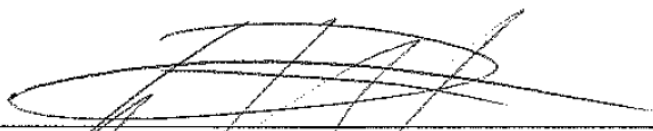
MARIANA MACEDO DE SOUZA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DE *Tetrastichus giffardianus*
SILVESTRI (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Defendida em: 23 / 10 / 2017.

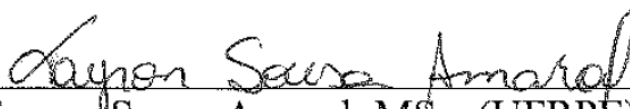
BANCA EXAMINADORA



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



Elania Clementino Fernandes, MSc. (UFERSA)
Membro Examinador



Tayron Sousa Amaral, MSc. (UFRPE)
Membro Examinador

À minha mãe, *Maria Cleilda* (Uá), à minha avó,
Maria Tereza, à minha tia, *Claudete Macedo*, que
são as mulheres mais importantes da minha vida,
e ao meu avô, *Antônio Aurora* (Papaivovô)

Eu dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me permitir que eu realizasse o meu sonho me dando força e saúde para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde hoje estou.

Agradeço a toda minha família (Maria Cleilda, Maria Tereza, Antônio Aurora, Claudete, Cleide Marina, Pedro Marcelo, Maria Clemilda, Marcos Paulo, Tio Baby, Carlos Eduardo, Cauã, Cleangela, Junior, Igor) que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Cada um faz parte dessa conquista.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido e todo seu corpo docente que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

Agradeço ao Professor Elton Lucio de Araujo pelas orientações durante toda a graduação, acrescentando conhecimentos tanto para minha vida profissional como a minha vida pessoal.

Agradeço a Elania Fernandes pela co-orientação desse trabalho e pela grande contribuição para o desenvolvimento desse trabalho, como de tantos outros e a Tayron Amaral pelas observações pertinentes, bem como o incentivo para crescer profissionalmente.

Agradeço à todo Grupo MDF pela ajuda nos trabalhos realizados, muitas vezes chatos e cansativos, mas que vocês os tornaram divertidos, principalmente a Gabriel Felipe e a Maria Itala Alves que sempre participaram ativamente na realização dos meus trabalhos

Agradeço a todo o Laboratório de Entomologia Aplicada pela amizade, carinho, apoio e os momentos de descontração, em especial a André Perez e Edivino Silva, pelas trocas de conhecimentos, e a Gabriela Nunes, que pelo pouco tempo que passou no laboratório, me ajudou bastante.

Agradeço à Luana Mendes e Wilma Celedônio que durante todos esses anos foram muito além de simples colegas de quarto, foram irmãs-companheiras que estavam sempre ao meu lado, compartilhando risadas, mas também me dando conforto e carinho sempre que precisei. Amo muito vocês.

Agradeço a Jair José, que apesar de tudo, foi meu amigo, companheiro, parceiro de faculdade contribuindo muito para minha vida acadêmica-profissional, mas principalmente na minha vida pessoal. Você é muito especial para mim.

Agradeço a Terezinha Ramalho e principalmente a Cleirton Andrade por toda a vivência e companheirismo durante esse ciclo de graduação.

Agradeço à Regina Régis, Lílían Soares e a Jayny Myrelle pela amizade sincera de vocês, estando sempre ao meu lado sempre que precisei.

Agradeço a Luciano Bruno pela amizade de anos, pela confiança e apoio. Sei que posso contar com você sempre e que é recíproco. Mais que um amigo, você é um irmão.

Agradeço a Sandja Celly e Caroline Lima que entraram no laboratório para fazer um simples estágio, e me ajudaram muito no desenvolvimento das atividades. Apesar de pouco tempo, irei levar vocês sempre comigo.

Agradeço a turma de Agronomia 2017.1 e aos meus amigos que encontrei na Universidade por todos os momentos vividos ao longo desses cinco anos de caminhada.

Agradeço a Yoshiki Fujiwara por ser um exemplo de pessoa que sempre me apoia nos meus estudos.

Agradeço a todos que entraram na minha vida nos últimos anos que contribuíram para que eu chegasse até aqui, seja de forma direta ou indireta. Muito obrigada a todos.

*Hoje me sinto mais forte mais feliz, quem sabe
só levo a certeza de que muito pouco sei
ou nada sei
(...)*

*Penso que cumprir a vida seja simplesmente
compreender a marcha e ir tocando em frente
como um velho boiadeiro levando a boiada eu
vou tocando os dias pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou*

(Almir Sater – Tocando em Frente)

RESUMO

Tetrastichus giffardianus Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide, coinobionte gregário de várias espécies de tefritídeos pragas. Este himenóptero ataca o hospedeiro introduzindo-se nas aberturas dos frutos ou nos furos de saída das larvas. Dentre os hospedeiros desse parasitoide, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) é considerada como um dos principais entraves para produção e exportação de frutas frescas, e atualmente, encontra-se altamente disseminada por toda a região Nordeste. Devido à baixa incidência de inimigos naturais associada a esse tefritídeo praga, *T. giffardianus* pode ser uma opção para ser utilizado em programas de controle biológico de *C. capitata* na região Nordeste. Entretanto, um dos fatores limitantes para a escolha de um inimigo natural para ser utilizado em programas de controle biológico aplicado refere-se à possibilidade de criação em condições de laboratório e posteriormente em larga escala. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo: a) estimar o potencial de crescimento populacional de *T. giffardianus* em condições de laboratório seguindo a metodologia de criação utilizada neste estudo, com base nos seguintes parâmetros: taxa líquida de reprodução (R_0); a taxa intrínseca de crescimento (R_m) e a taxa finita de aumento (λ), tempo médio de uma geração (T) e tempo de duplicação (T_d); b) determinar a melhor forma de ofertar as larvas hospedeiras ao parasitismo de *T. giffardianus*; c) verificar o melhor substrato de pupação através da viabilidade pupal e da emergência de parasitoides. Com base nos parâmetros avaliados determinou-se que a taxa intrínseca de aumento foi de 0,34, tempo médio de uma geração de *T. giffardianus* criados em larvas de *C. capitata* foi de 19,7 dias; o tempo de duplicação foi de 2,03 dias e a taxa finita de aumento populacional (λ) foi de 1,41. As larvas nuas apresentaram uma maior taxa de parasitismo de 86,61% e a maior emergência de parasitoides. Os substratos de pupação influenciaram na viabilidade pupal ($F = 9,97$; $gl = 3$; $P = 0,0003$) e na emergência dos parasitoides. Dentre os substratos de pupação testados, a vermiculita seca apresentou a maior viabilidade pupal 69%, não diferindo significativamente da viabilidade observada nas pupas sem substrato 66%. Os resultados obtidos demonstraram que o método de criação descrito neste estudo é viável para a criação de *T. giffardianus* em laboratório com o uso de larvas de terceiro instar de *C. capitata*.

Palavras-chave: Parasitoide, Tephritidae, parâmetros demográficos, unidade de oviposição, substrato de pupação.

ABSTRACT

Tetrastichus giffardianus Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) is an endoparasitoid, coinobionte gregarious of several species of tefritídeos pests. This hymenopterus attacks the host by introducing itself into the fruit openings or into the exit holes of the larvae. Among the hosts of this parasitoid, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) is considered as one of the main products for the production and export of fresh fruits, and is currently highly disseminated throughout the Northeast region. Due to the low incidence of natural enemies associated with this tefritídeo pest, *T. giffardianus* may be an option to be used in biological control programs of *C. capitata* in the Northeast region. One of the limiting factors for choosing a natural enemy for the use of psychiatric biological control methods applied to the possibility of breeding in laboratory conditions and later on a large scale. In this context, the objective of this work was: a) to estimate the population growth potential of *T. giffardianus* under laboratory conditions using a breeding methodology used in this study, based on the following: net reproductive rate (R_0); The intrinsic rate of growth (R_m) and the finite rate of increase (λ), average time of one generation (T) and time of duplication (T_d). b) determine the best way to offer as host larvae to the parasitism of *T. giffardianus*; c) to verify the best pupation substrate through pupal viability and parasitoid health. Based on the parameters, it was determined that the intrinsic rate of increase to 0.34, mean time of a generation of *T. giffardianus* raised in *C. capitata* larvae was 19.7 days; The doubling time was 2.03 days and the finite rate of population increase (λ) was 1.41. As nested larvae showed a higher rate of parasitism of 86.61% and the greater emergence of parasitoids. The pupation substrates influenced the pupal viability ($F = 9.97$, $gl = 3$, $P = 0.0003$) and the emergence of the parasitoids. Among the pupation substrates tested, a dry vermiculite presented the highest pupal viability 69%, not significantly different from the viability observed in pupae without substrate 66%. The obtained results demonstrate that it is the breeding method described in the study is feasible for the creation of *T. giffardianus* in the laboratory with the use of third instar larvae of *C. capitata*.

Keywords: Parasitoid, Tephritidae, demographic parameters, oviposition unit, pupation substrate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Formas de expor as larvas de <i>Ceratitis capitata</i> à <i>Tetrastichus giffardianus</i>	26
Figura 2 –	Tratamentos para acondicionar as pupas	28
Figura 3 –	Dinâmica da fecundidade vs a idade das fêmeas de <i>Tetrastichusgiffardianus</i>	29
Figura 4 –	Razão sexual da prole produzida por pupário de <i>Tetrastichus giffardianus</i>	30
Figura 5 –	Percentuais de parasitismo e emergência de <i>Tetrastichicus giffardianus</i> emergidos de larvas de <i>Ceratitis capitata</i> exposta ao parasitismo em diferentes dispositivos de exposição.....	33
Figura 6 –	Percentuais de pupas viáveis e emergência de <i>Tetrastichicus giffardianus</i> estados em diferentes substratos de pupação.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Fórmulas empregadas na determinação dos parâmetros biológicos (demográficos) na população de <i>Tetrastichus giffardianus</i>	26
Tabela 2 –	Taxa de reprodução líquida (R_0), Taxa intrínseca de crescimento (R_m), Tempo médio de uma geração (T) (dias), Tempo de duplicação da população (T_d) (dias) e a taxa finita de aumento (λ) de <i>Tetrastichus giffardianus</i> criados em larvas de <i>Ceratitis capitata</i>	31
Tabela 3 –	Percentuais de parasitismo e emergência e número de descendentes <i>Tetrastichus giffardianus</i> emergidos de larvas de <i>Ceratitis capitata</i> expostas ao parasitismo em diferentes formas de exposição.....	32
Tabela 4 –	Tipos de substrato, percentagem da viabilidade pupal, da emergência e número de descendentes de <i>Tetrastichus giffardianus</i>	35

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae).....	16
3.2	Controle das moscas-das-frutas.....	17
3.3.	Uso de parasitoide para o controle biológico de <i>Ceratitis capitata</i> (Wied.)...	18
3.4.	<i>Tetrastichus giffardianus</i> Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae).....	20
3.5.	Aspectos biológicos.....	20
3.6.	Metodologia de criação.....	21
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6.	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) representa um dos principais problemas fitossanitários da fruticultura mundial. Essas pragas acarretam um prejuízo de aproximadamente US\$ 120 milhões de dólares por ano, incluindo perdas de colheitas, custos de controle e comercialização (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016).

Dentre as espécies de moscas-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) é a espécie de maior importância econômica e quarentenária no Brasil (ZUCCHI, 2000), em todo o mundo é capaz de adaptar-se à diversas condições climáticas e de infestar mais de 300 frutíferas (SZYBISZEWSKA; TATEM, 2014).

O controle dessa praga é realizado quase que exclusivamente utilizando iscas tóxicas e pulverizações de inseticidas e agrotóxicos (RAGA; SATO, 2016; CAMARGOS et al., 2017). Porém, devido às exigências do mercado consumidor, têm-se adotado o manejo integrado de moscas-das-frutas, onde se tem o uso racional de agrotóxico com seletividade aos inimigos naturais incorporando outros métodos, como a técnica de inseto estéril e o controle biológico mediante uso de parasitoides (DE PEDRO et al., 2013).

Tetrastichus giffardianus Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide, coinobionte de larva-pupa, que foi introduzido da África Ocidental visando controlar *C. capitata* (PURCELL et al., 1996). As vantagens de utilizar esse parasitoide são devido ao seu hábito gregário, originando vários indivíduos de um único hospedeiro e as fêmeas são capazes de penetrar nos frutos a partir de aberturas para ovipositar diretamente nas larvas, podendo parasitar aquelas que escaparam de outros parasitoides, por causa desse comportamento de forragear as larvas, o tamanho do fruto não é um empecilho para o parasitismo (COSTA et al., 2005).

Apesar dessas características favoráveis, *T. giffardianus* não se teve êxito no Estado de São Paulo, possivelmente porque a espécie não se adaptou a região, sendo relatada 60 anos depois em vários Estados do Nordeste brasileiro, onde possui clima quente e semiárido, semelhante ao centro de origem desse parasitoide (COSTA et al., 2005). Nessa região, já foram relatados diversos parasitoides principalmente da família Braconidae, porém todos estavam associados à mosca do gênero *Anastrepha*, somente *T. giffardianus* estava associado a *C. capitata* (ARAUJO et al., 2015).

Considerando que *C. capitata* se encontrada altamente disseminada por toda a região Nordeste e devido à baixa incidência de inimigos naturais associados a esse tefritídeo praga, *T. giffardianus* pode ser uma opção para ser utilizado em programas de controle biológico de

C. capitata na região Nordeste (COSTA et al., 2005, ARAUJO et al., 2015). Entretanto, um dos fatores limitantes para a escolha de um inimigo natural para ser utilizada em programas de controle biológico aplicado refere-se à possibilidade de criação em condições de laboratório em larga escala (PARRA et al. 2002; BESERRA; PARRA 2004).

Para isso, alguns estudos relacionados à criação deste parasitoide já foram descritos por Purcell et al. (1996). No entanto, faltam as informações básicas de procedimentos de manuseio, tipo de gaiola de criação, melhor forma de ofertar as larvas hospedeiras, tipo de substrato de pupação que permitam desenvolver uma técnica de criação de *T. giffardianus* em laboratório, como também estimar parâmetros demográficos e biológicos que possam dar suporte a programas de controle biológico utilizando esse inimigo natural no manejo de tefritídeos pragas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de criação de *T. giffardianus* em condições de laboratório.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Estimar o potencial de crescimento populacional de *T. giffardianus* em condições de laboratório;
- ✓ Determinar a melhor forma de ofertar as larvas hospedeiras ao parasitismo de *T. giffardianus*;
- ✓ Verificar o efeito do substrato de pupação na viabilidade pupal e emergência de *T. giffardianus*.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

As moscas-das-frutas pertencem a família Tephritidae, que contém cerca de 4000 espécies distribuídas em 500 gêneros e são consideradas as pragas mais importantes de diversas espécies frutíferas em regiões tropicais e subtropicais do mundo, causando grandes perdas econômicas (WHARTON; YODER, 2017).

Os danos diretos causados pelas moscas-das-frutas iniciam-se no momento em que a fêmea insere seu ovipositor na casca do fruto causando lesões que reduzem a qualidade e o valor comercial das frutas, além disso, algumas bactérias presentes no intestino das moscas podem penetrar e causar podridões nos frutos, facilitando a alimentação das larvas recém eclodidas, e a medida em que as larvas vão se desenvolvendo, consomem a polpa dos frutos abrindo galerias, que também são portas de entradas de microrganismos que aceleram o processo de deterioração dos frutos (BADII et al., 2015).

Além dos danos diretos, a importância destes tefritídeos pragas esta relacionada aos elevados custos de controle e monitoramento (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000). E também devido as barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores de frutos *in natura* (SANTOS et al., 2013).

As espécies de moscas-das-frutas de importância econômica e quarentenárias no Brasil pertencem aos gêneros *Anastrepha* Schiner, 1868; *Ceratitis* MacLeay, 1829; *Bactrocera* Macquart, 1835 e *Rhagoletis* Loew, 1862 (ZUCCHI, 2000). *Anastrepha* é o gênero que engloba o maior número de espécies catalogadas (120), destas sete espécies infestam frutos de importância econômica e quarentenária (ZUCCHI, 2012).

O gênero *Bactrocera* também é representado apenas por uma espécie, a mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994). Contudo sua distribuição no País está restrita e sob controle oficial no Oiapoque, estado do Amapá (GODOY; PACHECO; MALAVASI, 2011). As espécies do gênero *Rhagoletis*, em geral não tem expressão econômica no país, sendo encontradas apenas em espécies silvestres de solanáceas (ZUCCHI, 2000).

O gênero *Ceratitis* é representado pela espécie *C. capitata*, sendo a única espécie do gênero existente no país (ZUCCHI, 2012). A mosca-do-mediterrâneo está espalhada em quase todas as regiões do mundo devido a sua capacidade de se adaptar a diversas condições climáticas (SZYBISZEWSKA; TATEM, 2014), e ser uma espécie multivoltina, capaz de ter várias gerações por ano em razão da sucessão de hospedeiros, uma vez que as populações

desta espécie são polípagas, com capacidade de infestar 93 espécies frutíferas entre plantas nativas e exóticas pertencentes a 27 famílias (MONTES et al., 2011; ZUCCHI, 2012). *Ceratitis capitata*, geralmente, é predominante em áreas urbanas e está associada à hospedeiros exóticos (ALVARENGA et al., 2009).

No Brasil, *C. capitata* foi detectada pela primeira vez no Estado de São Paulo em 1901, espalhando-se posteriormente para os demais Estados brasileiros (ZUCCHI, 2012). No Rio Grande do Norte, até o ano de 1993 não tinha sido registrado esta espécie em armadilhas. Após a primeira detecção, a mosca-do-mediterrâneo se tornou uma espécie predominante na região e agora infestam intensamente várias espécies de frutíferas no referido Estado (ARAUJO et al., 2000, ARAUJO et al., 2013).

3.2. Controle das moscas-das-frutas

No Brasil, há uma dificuldade para o estabelecimento de uma estratégia de controle das moscas-das-frutas, pois os problemas variam de uma região para outra devido a extensão continental, clima tropical e biodiversidade presente no país (AZEVEDO et al., 2010)

Historicamente, o controle dessa praga ainda depende essencialmente do método químico a partir da aplicação de inseticidas na parte aérea da planta, em cobertura total ou iscas tóxicas (CAMARGOS et al., 2017). A estratégia do controle químico a ser utilizado, depende da espécie de mosca-das-frutas presente na área, da cultura hospedeira e a região a ser abrangida (RAGA; SATO, 2016).

As moléculas registradas para as moscas-das-frutas são eficientes somente para os adultos, uma vez que esses produtos possuem ação de contato e/ou ingestão e as larvas e as pupas estão protegidas da ação dos inseticidas devido estarem no interior dos frutos e por uma camada do solo, respectivamente. Recentemente alguns inseticidas sistêmicos para o estágio larval foram proibidos devido aos riscos dos frutos apresentarem níveis de inseticidas acima do permitido para a comercialização e de consumo (RAGA; SATO, 2016).

Com a proibição da comercialização desses produtos, a exigências dos países importadores e a preocupação ambiental, uma vez que esses inseticidas causam impactos negativos sobre a entomofauna benéfica e serem prejudiciais à saúde humana e ao agroecossistema, fizeram com que novas técnicas de controle das moscas-das-frutas passassem a ser estudadas, estabelecendo assim um Manejo Integrado de Pragas (MIP) (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016).

O Ministério da Agricultura (MAPA) juntamente com a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS) lançou o Plano Nacional de Combate à Mosca-das-Frutas (PNCM) em 2015, e prevê que até 2018 os Estados possam reduzir as pragas e aumentar a viabilidade dos investimentos na produção de frutas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016).

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 (DE PEDRO et al., 2013, BADII et al., 2015).

Atualmente, o Brasil tem adotado com sucesso, o uso de biodefensivos à base de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovírus*, *Metarhizium*, *Trichoderma* e *Cotesia*, entre outros (CAMARGOS et al., 2017). Além disso, o controle biológico ganhou relevância no Manejo Integrado de Pragas por ser uma alternativa ao uso dos inseticidas (SOUZA et al., 2012, CAMARGOS et al., 2017).

O controle biológico ocorre naturalmente e consiste na regulação da praga por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. O Controle biológico clássico caracteriza-se pela introdução de um agente de controle biológico, geralmente do mesmo local de origem da praga-alvo, para posteriormente ser liberado em pequenas quantidades (inoculativas), visando seu estabelecimento em um novo ambiente (PARRA et al., 2002).

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, CAMARGOS et al., 2017).

3.3. Uso de parasitoide para o controle biológico de *Ceratitis capitata* (Wied.)

O controle biológico das moscas-das-frutas tem por finalidade reduzir a população da praga e favorecer o aumento da população de inimigos naturais (CARVALHO et al., 2000). Dentre os inimigos naturais das moscas-das-frutas, os himenópteros parasitoides são os mais relevantes. Uma vez que estes insetos são capazes de parasitar ovos, larvas e pupas de tefritídeos (OVRUSKI et al., 2006).

Os parasitoides são mais utilizados no controle de moscas-das-frutas, pois são bastante específicos para certas espécies/gêneros de tefritídeos (BADII et al., 2015, MOHAMED et al., 2016). Geralmente são utilizados os parasitoides idiobiontes de ovos (Braconidae/Opiinae) e

endoparasitoides coinobiontes de larva-pupa das famílias: Braconidae (Opiinae e Alysiinae), Figitidae (Eucoilinae), Eulophidae (Tetrastichinae) e pelos parasitoides idiobiontes de pupas - Chalcididae, Pteromalidae (Miscogasterinae; Pteromalinae) e Diapriidae (Diapriinae) (OVRUSKI et al., 2000). Dentre essas famílias, destaca-se Braconidae e Eulophidae como as famílias mais importantes de espécies de parasitoides (ARAUJO et al., 2015).

Algumas espécies de parasitoides são capazes de localizar as larvas no interior dos frutos, e colocam seus ovos tanto no ovo quanto nas larvas da praga, sendo morta assim que o parasitoide completa o seu desenvolvimento (BADII et al., 2015). Em outras espécies, as fêmeas penetram em frutas por meio de orifícios de saídas das larvas e/ou outras aberturas naturais em busca das larvas para atacar o seu hospedeiro (PURCELL et al., 1996; ALUJA et al., 2009).

A utilização de parasitoide no controle de moscas-das-frutas teve início o do século XX na Austrália (WHARTON, 1989) e Estados Unidos precisamente no Havaí quando foi invadido por *C. capitata* e foi intensificado após a introdução de *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) na mesma região (CARVALHO et al., 2000, CARVALHO; NASCIMENTO, 2002). Nessa ocasião, foram enviadas para o Havaí cerca de oitenta espécies de parasitoides de ambas espécies, porém, apenas a espécie *D. longicaudata* se destacou parasitando as duas espécies de moscas-das-frutas, sendo a espécie mais utilizada atualmente (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002).

O Havaí tem sido uma fonte de parasitoides para o controle de moscas da fruta em toda a região do Pacífico, gerando informações que podem ser aplicadas em outras áreas do mundo para *Bactrocera* spp., *Anastrepha* spp. e *Ceratitis* spp. (VARGAS et al., 2012, VARGAS et al., 2013). A partir dessas informações, diversos programas de controle biológico de tefritídeos têm sido realizados com sucesso em outros países, como Argentina, Guatemala, México, Peru e Costa Rica, que produzem os organismos benéficos em escala industrial e realizam liberações inundativas (CARVALHO, 2005).

No Brasil, *D. longicaudata* foi introduzido pelo Estado da Bahia em 1994, e foi distribuído para diversos estados brasileiros com o objetivo de garantir e ampliar o sucesso desse inimigo natural no controle de *C. capitata*, uma vez que já existe uma metodologia de criação descrita para esse parasitoide. Porém, alguns fatores, como competição com os parasitoides nativos e adaptação ao clima e à novas plantas hospedeiras, afetaram o estabelecimento deste parasitoide (CARVALHO et al., 2000).

Outro parasitoide introduzido no Brasil para o controle de *C. capitata* foi o *T. giffardianus*, pelo Instituto Biológico no Estado de São Paulo em 1937, todavia, essa tentativa

não teve êxito, possivelmente porque a espécie não se adaptou as baixas temperaturas em determinadas épocas do ano do Estado (COSTA et al., 2005).

3.4. *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae)

Tetrastichus giffardianus é um endoparasitoide, coinobionte gregário de várias espécies de tefritídeos pragas. Este himenóptero ataca o hospedeiro introduzindo-se nas aberturas dos frutos ou nos furos de saída das larvas (PURCELL et al., 1996). No Brasil, *T. giffardianus* está associado ao parasitismo em *C. capitata*, pois ambas as espécies originadas na África e recentemente, estudos comprovaram o parasitismo desta espécie em *Anastrepha obliqua* (Macquart) (ARAÚJO et al., 2016).

Desde a sua introdução foram poucos os registros de sua ocorrência. *Tetrastichus giffardianus* voltou a ser encontrado a partir dos levantamentos de diversidade de inimigos naturais das moscas-das-frutas, em regiões distantes de onde fora originalmente introduzido. Em 1999, 2001 e 2005 esse parasitoide foi relatado em pupas de *C. capitata* obtidos em frutos de castanhola (*Terminalia catappa*) em Vera Cruz – BA, acerola (*Malpighia glabra*) em Baraúna – RN e em seriguela (*Spondias purpurea*) em Fortaleza – CE (COSTA et al., 2005).

Em trabalhos realizados por Araujo et al. (2015) na Região de Assú/Mossoró, *T. giffardianus* foi a segunda espécie mais abundantes entre os parasitoides obtidos, estando associados a larvas/pupas de *C. capitata* obtidos em frutos de goiaba (*Psidium guajava*) e castanhola. Esses levantamentos mostram que, se bem manejado, *T. giffardianus* pode contribuir para o controle biológico da mosca-do-mediterrâneo em pomares de goiabeira e a castanhola é um repositório deste inimigo natural no semiárido nordestino (ARAÚJO et al., 2015).

Alguns estudos referentes à sua história de vida e bioecologia e técnica de criação foram realizados em outro país (PEMBERTON; WILLARD, 1918; PURCELL et al., 1996). No entanto, praticamente não existem pesquisas relacionadas à metodologia de criação em *C. capitata*, no Brasil.

3.5. Aspectos biológicos

As tabelas de vida ou etárias são utilizadas para estudar a dinâmica populacional de um organismo, pois fornecem uma visão integrada das características biológicas de uma população, sob condições ambientais determinadas (SILVEIRA NETO et al., 1976).

As tabelas de vida podem ser de idade específica (horizontal) e de tempo específico (vertical). As tabelas de idade específica são subdivididas em ecológica e biológica, as quais

são subdivididas em tabelas de vida de fertilidade e tabelas de esperança de vida. As tabelas de esperança de vida são feitas para observar a esperança de vida dos indivíduos de uma ou mais gerações como, por exemplo, dados da taxa de sobrevivência, mortalidade e esperança de vida de uma espécie (SILVEIRA NETO et al. 1976).

Parâmetros da tabela de vida de fertilidade são: a taxa líquida de reprodução (R_0) que indica o número de vezes que uma espécie consegue aumentar de uma geração para outra, a taxa intrínseca de aumento (R_m), o tempo que uma espécie leva entre uma geração e outra (T), o tempo de duplicação (T_d) representa o tempo que leva para uma população para duplicar em número e a razão finita de aumento populacional (λ), que é um fator de multiplicação da população a cada dia. Segundo Pedigo e Zeiss (1996) a taxa intrínseca de aumento (R_m) é um dado fundamental em uma tabela de vida, já que quanto maior for o seu valor, mais bem sucedida será a espécie, em um determinado ambiente ou hospedeiro.

Dentre os parâmetros biológicos a serem considerados na seleção de um inimigo natural, destaca-se a taxa intrínseca de crescimento populacional (R_m) já que um agente de controle biológico só será realmente considerado efetivo quando sua taxa intrínseca de crescimento populacional for semelhante ou maior que a da praga alvo (VAN LENTEREN, 2000).

3.6. Metodologia de criação

Um dos maiores entraves para o uso do controle biológico de moscas-das-frutas é a dificuldade de se criar parasitoides em laboratório, principalmente quando se cria os agentes em hospedeiros naturais (NAVA, 2007). Além disso, o elevado custo de implantação das biofábricas e a qualidade dos insetos produzidos também são fatores limitantes as liberações inundativas de parasitoides (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002)

Os parasitoides produzidos em grande escala devem ser semelhantes aos que são encontrados na natureza, ou seja, que tenha a mesma capacidade de localizar e parasitar seus hospedeiros, mesmo que a população da mosca esteja baixa (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002). Gonçalves et al. (2016) sugere evitar condições que favoreça o superparasitismo no processo de criação de parasitoide, uma vez que o superparasitismo reduz a produção de prole, bem como a redução do número de fêmeas geradas.

Já foram desenvolvidas metodologia de criação para diversos parasitoides de moscas-das-frutas, tais como: *D. longicaudata* (OVRUSKI; SCHLISERMAN 2012), *Aganaspis pelleranoi* (ALUJA et al., 2009, GONÇALVES et al., 2016), *Doryctobracon areolatus*, *D.*

crawfordi, *Utetes anastrehae*, *Opius hirtus*, *Odontosema anastrephae* e *Coptera haywardi*, a maioria desenvolvida utilizando larvas de *Anastrepha* spp. (ALUJA et al., 2009).

Purcell et al. (1996) fornece algumas informações que podem auxiliar no desenvolvimento de uma técnica de criação de *T. giffardianus* no laboratório tais como: o uso de larvas com 6 dias como instar preferencial ao parasitismo, número ideal de 5 larvas ser oferecido para cada fêmea parasitoide e tempo ideal de exposição das larvas aos parasitoides. Entretanto, faltam informações sobre a melhor forma de expor as larvas de *C. capitata* ao parasitismo, o tamanho ótimo da gaiola, tipo de substrato para pupação dentre outros fatores que ainda precisam ser melhor estudadas para otimizar e tornar esta metodologia de criação viável.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de estudo

As criações de *C. capitata* e *T. giffardianus* foram conduzidas em salas climatizadas no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró (RN) sob as condições de temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

4.2. Estabelecimento das criações de manutenção

4.2.1. *Ceratitis capitata*

Foram obtidos pupários de *C. capitata* linhagem Viena 8 oriunda da Universidade de Montes Claros (MG). As moscas foram mantidas em gaiolas plásticas semitransparentes (27,6 x 33,1 x 48,7 cm) (SANREMO®, 29L) com uma face revestida apenas com tecido *voile*, onde as fêmeas realizam a postura dos ovos; na lateral na gaiola contém uma tela em forma de manga para manipulação. No interior da gaiola foram colocadas duas placas de petri contendo a alimentação e duas garrafas plásticas de 250 ml com fita absorvente (Spontex®) que serve de bebedouro para as moscas adultas. A alimentação das moscas consistiu de uma mistura de levedura de cerveja e açúcar na proporção de 1:4.

Fora da caixa, na parte frontal, logo abaixo da tela musselina, colocou-se uma bandeja plástica contendo água para o recolhimento dos ovos. A atração das fêmeas para o tecido de oviposição foi realizada com a colocação de lâmpadas fluorescentes próximas ao mesmo. A coleta de ovos foi realizada a cada 24 horas com auxílio de um pincel posicionado sobre a bandeja, onde espera-se os ovos decantarem na bandeja, e com o auxílio de uma seringa, coleta-se 0,5 ml de ovos que serão postos em uma bandeja (250 mL) contendo dieta artificial. Este volume de ovos produzirá um total aproximado de 5.000 larvas e/ou pupas. A dieta artificial utilizada neste estudo tem como base a dieta descrita por Albajes e Santiago Álvarez (1980), sofrendo pequenas modificações.

As larvas eclodem e começam a se desenvolver na dieta artificial, alcançando seu máximo desenvolvimento no estágio L3, quando saltam da dieta para o fundo do recipiente onde ocorrerá a formação das pupas. Neste momento recolhem-se as pupas e coloca-se em uma nova gaiola de criação, iniciando assim, um novo ciclo.

A gaiola era substituída a cada quatro semanas, atualmente montam-se uma gaiola por semana, consequentemente retiram-se uma que é congelada para matar os insetos

remanescentes, desta forma, mantém-se a criação de *C. capitata* que para manutenção dos parasitoides e desenvolvimento dos trabalhos de pesquisas.

4.2.2. *Tetrastichus giffardianus*

Para o estabelecimento da criação de *T. giffardianus* foram coletados frutos de castanhola (*T. catappa*) infestando com *C. capitata* coletados na zona urbana de Mossoró-RN (5°11'26"S 37°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.

4.2.3. Experimento 1. Potencial de crescimento populacional de *T. giffardianus*

Foram sexados 15 casais de *T. giffardianus* recém-emergidos, com base nas características morfológicas das antenas (os machos possuem a antena mais longa do que as fêmeas) e do tamanho do abdômen. Os casais foram individualizados e colocado em uma gaiola plástica (20 x 20,5 x 15,5 cm), com uma abertura (10 x 10 cm) de tecido *voile* em uma das laterais para permitir aeração e em outra lateral revestido com uma tela em forma de manga para manipulação. Os parasitoides foram alimentados com açúcar, água e mel puro.

Diariamente, foram ofertadas larvas de terceiro instar (± 10 dias de idade) de *C. capitata* na proporção de 7 larvas para uma fêmea, até a morte das fêmeas. As larvas foram ofertadas em frutos de castanhola (*T. catappa*). Após o período de exposição, as larvas foram colocadas em placa de Petri com dieta para completar o seu desenvolvimento e as larvas que já haviam pupado foram individualizados e transferidos para copos plásticos de 50 ml contendo vermiculita fina umedecida e fechadas com filme plástico, onde permaneceram até a emergência das moscas e/ou parasitoides. Cerca de 14 dias após o parasitismo, avaliou-se diariamente o número de moscas e parasitoides emergidos. Posteriormente, os pupários que permaneceram intactos foram dissecados para se verificar a presença de moscas ou parasitoides, visando determinar a real taxa de parasitismo. A dissecação foi realizada com a ajuda de um microscópio estereoscópico com 80 vezes de ampliação (Motic), utilizando bisturi e pinça.

Foram determinados os seguintes parâmetros: número de descendentes (ND), razão sexual (RS), percentual de emergência (E) e percentual de parasitismo (P). O número de descendentes foi obtido pela equação: $ND = \text{número de parasitoides emergidos} + \text{número de parasitoides não emergidos}$. A razão sexual (RS) foi calculada utilizando a equação: $RS = (\text{número de fêmeas}) / (\text{número de fêmeas} + \text{número de machos})$. Para a determinação do percentual de emergência foi utilizada a seguinte equação: $E (\%) = (\text{número de pupas com emergência}) / (\text{total de pupas} - \text{número de moscas}) \times 100$. O percentual de parasitismo foi obtido através da equação: $P (\%) = (\text{número de pupas parasitadas}) / (\text{número total de pupas}) \times 100$.

De acordo com as fórmulas propostas por Birch (1948) e Silveira-Neto (1976), foram calculados os seguintes parâmetros biológicos (demográfico) (Tabela 1): número de descendentes fêmeas produzidas por fêmea para a geração seguinte (M_x), índice de sobrevivência acumulado até a idade X (L_x); taxa líquida de reprodução (R_0); taxa bruta de reprodução (TBR); taxa intrínseca de aumento natural (r), a taxa intrínseca de crescimento (R_m) e a taxa finita de aumento (λ), tempo médio de uma geração (T) e tempo de duplicação da população (T_d). Os dados foram processados utilizando-se o programa EXCEL / 2010.

Tabela 1. Fórmulas empregadas na determinação dos parâmetros biológicos (demográficos) na população de *Tetrastichus giffardianus*, propostas por Birch (1948) e Silveira-Neto (1976).

Parâmetros Calculados	Cálculo
Taxa reprodutiva bruta (TBR)	ΣMx
Taxa reprodutiva líquida (Ro)	$\Sigma Mx.lx$
Tempo de geração (T)	$\Sigma x.lx.Mx / \Sigma Mx.lx$
Taxa de aumento intrínseca (R)	$\ln (Ro/T)$
Taxa de aumento finito (λ)	e^r
Tempo de duplicação (Td)	$\ln 2/r$

4.2.4. Experimento 2: Determinar a forma de expor as larvas de *C. capitata* as fêmeas de *T. giffardianus*

Foram avaliados quatro tratamentos constituídos por: Tratamento 1 - consistiu em frutos de castanhola (*T. catappa*) contendo aberturas e infestados artificialmente com larvas de terceiro ínstar de *C. capitata*; Tratamento 2 – larvas nuas foram ofertadas em recipiente plástico de 1000 mL (15,0 cm de diâmetro x 9,4 cm altura) no interior da gaiola; Tratamento 3 – A unidade de oviposição consistiu de uma placa de acrílico (9 cm de diâmetro x 1,5 cm altura cm), onde as larvas nuas (sem dieta) foram colocadas sobre este dispositivo e envolta firmemente por tecido *voile*; e Tratamento 4 – foi semelhante à metodologia empregada no tratamento 3, diferindo apenas pela utilização de um pedaço de Parafilme estendido (tamanho original de 7 cm) envolta da placa de acrílico substituindo o tecido *voile* (Fig. 1). Quatro ou cinco furos foram feitos com uma agulha de metal de 1 mm para permitir a aeração no Parafilme. Em todos os tratamentos foram expostas 500 larvas de terceiro ínstar (9 dias de idade) por um período de 24 h.

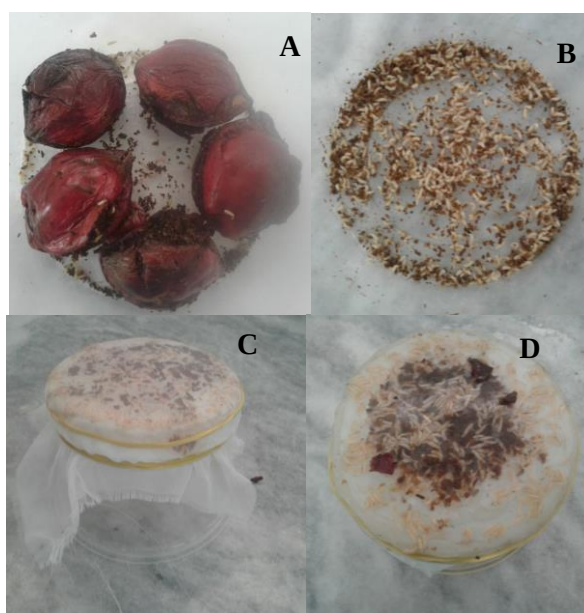


Figura 1. Formas de expor as larvas de *C. capitata* à *T. giffardianus*: Fruto de Castanhola (A), Larvas Nuas (B), Placa de Acrílico revestida com *voile* (C) e Placa de Acrílico revestida com Parafilme (D)

Todos os dispositivos de exposição das larvas aos parasitoides foram postos na parte central da gaiola de acrílico (30 x 30 x 30 cm) da criação do próprio laboratório. Após a exposição todas as larvas foram colocadas em dieta para completar o seu desenvolvimento e as pupas foram transferidas para uma placa de Petri (9,5 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) contendo vermiculita fina e coberta com plástico filme. Após a emergência das moscas, as pupas que permaneceram fechadas foram transferidas e individualizadas em copos plásticos de 50 ml e fechados com plástico filme. Diariamente foram realizadas observações para registrar o número dos parasitoides emergidos. Os pupários intactos foram dissecados para verificar a ocorrência de parasitoides que não emergiram.

Neste experimento foi determinado o percentual de parasitismo (P), o percentual de emergência (%). O percentual de parasitismo foi determinado pela seguinte equação: $P (\%) = (\text{número de descendentes}) / (\text{número total de larvas expostas ao parasitismo}) \times 100$. Para a determinação do percentual de emergência foi utilizada a seguinte equação: $E (\%) = (\text{número de parasitoides emergidos}) / (\text{número de descendentes}) \times 100$. Aplicou-se uma análise estatística utilizando o teste de Tukey a 5% de significância, para a viabilidade pupal e emergência de parasitoides.

4.2.5. Experimento 3: Substrato para acondicionar as pupas

Para determinar o melhor tipo de substrato para acondicionar as larvas/pupas após a exposição ao parasitismo, visando obter a maior viabilidade pupal, foram avaliados quatro substratos: Tratamento 1 - sem substrato, Tratamento 2 – vermiculita seca; T3 – vermiculita úmida; T4 – dieta desidratada (Fig. 2). Após 10 dias no substrato, as pupas foram transferidas e individualizadas em copos plásticos de 50 ml e vedados com plástico filme. Diariamente, foram realizadas observações para registrar o número de moscas e parasitoides emergidos, e após 40 dias os pupários intactos foram dissecados para verificar a presença de parasitoides que não emergiram.

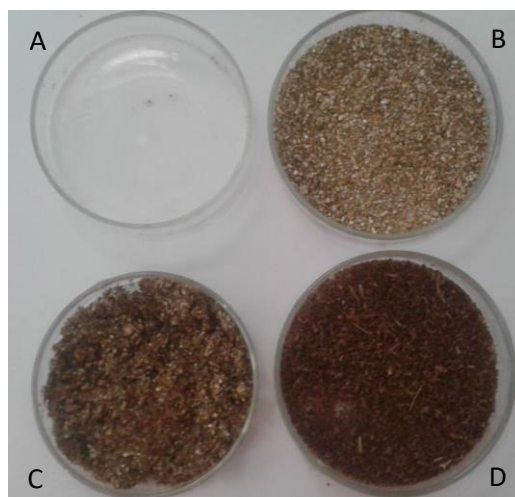


Figura 2. Tratamento para acondicionar as pupas: A – Sem substrato, B – Vermiculita seca, C – Vermiculita Úmida, D – Dieta Desidratada.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (diferentes tipos de substrato) e oito repetições, constituídas cada uma por 25 pupas. A viabilidade de pupas parasitadas foi determinada a partir da fórmula: $(\text{número de pupas parasitadas} \times 100) / (\text{total de pupas} - \text{número de moscas})$ e o percentual de emergência foi calculada a partir da equação: $E (\%) = (\text{número de parasitoides emergidos}) / (\text{número de descendentes}) \times 100$. Para determinar o efeito do substrato na viabilidade pupal e emergência de parasitoides, aplicou-se uma análise estatística utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1. Potencial de crescimento populacional de *T. giffardianus*

Fêmeas de *T. giffardianus* começaram a parasitar larvas de terceiro instar de *C. capitata* em 24 horas após a emergência, o número médio de descendentes por fêmeas foi de 75,6 descendentes durante sua vida. No primeiro dia após a emergência, houve um grande número de descendentes, originando 608 parasitoides. O número da prole produzida pelo parasitoide decresceu com o aumento da idade (Fig. 3). Este número é menor ao registrado por Purcell (1996) que observou uma taxa diária de $83,4 \pm 1,9$ progênie por fêmea. Entretanto, este número foi bem superior aos 14,4 descendentes gerados por fêmea relatado por Gonçalves et al. (2016), criando *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae) em larvas de *C. capitata*.

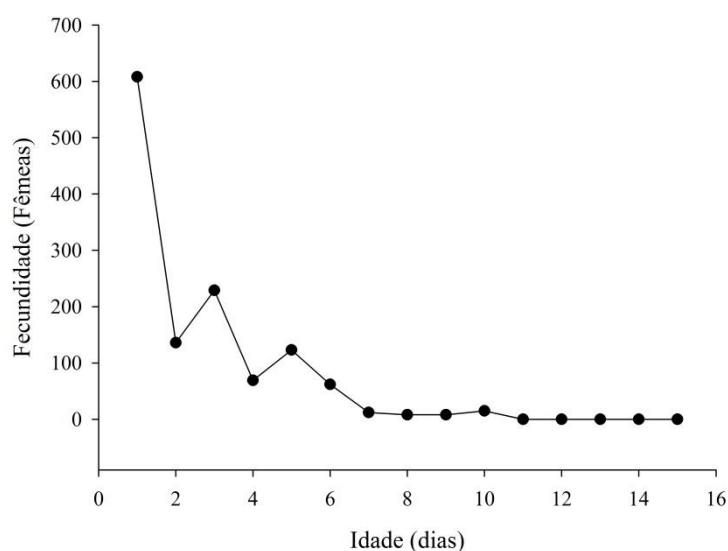


Figura 3. Dinâmica da fecundidade vs a idade das fêmeas de *Tetrastichus giffardianus*.

A razão sexual dos parasitoides emergidos foi significativamente tendenciosa ao sexo feminino (0,74), ou seja 74% da prole desenvolvida por pupário hospedeiro foi de fêmeas (Fig. 4). Estas características reprodutivas são comuns em outras espécies do gênero *Tetrastichus* (PEMBERTON; WILLARD, 1918). Em parasitoides solitários, há uma tendência de depositar ovos que geram machos em hospedeiros pequenos e ovos que geram fêmeas em hospedeiros maiores (GODFRAY 1995). O valor de RS varia de 0 a 1, indicando que as fêmeas superam os machos quando o valor está mais perto de 1, e os machos superam as fêmeas quando esse valor está mais perto de 0. É importante determinar a proporção de sexo ideal para alcançar a taxa máxima de aumento da população ou para produzir um

determinado sexo para uma determinada finalidade, Por exemplo, na criação de machos para esterilização e posterior liberação na técnica de inseto estéril (FITZ-EARLE, 1989). Para produção de inimigos naturais em programas de controle biológico em criações massais é esperado ou até mesmo exigido um valor de (RS) na população que otimizem a produção da prole feminina, uma vez que as fêmeas que realizam o parasitismo controlando a população da praga no campo.

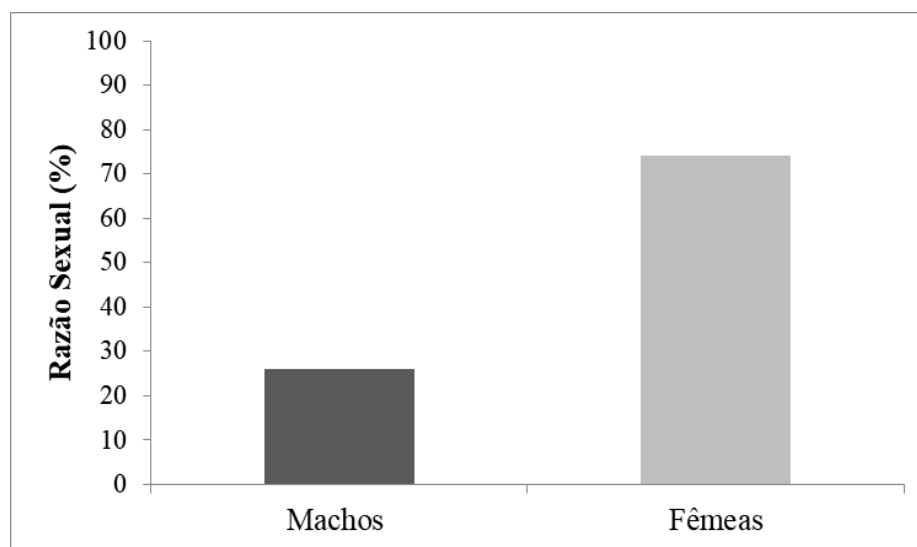


Figura 4. Razão sexual da prole produzida por pupário de *Tetrastichus giffardianus*

Os parâmetros demográficos estimados nesse estudo para uma população inicial de 15 fêmeas 15 machos de *T. giffardianus* foram os seguintes: a taxa de reprodução líquida (R_0) foi de 824,08, esta taxa indica que cada fêmea desta população contribuiu com uma taxa de 54,93 progênie feminina para a geração seguinte (Tabela 2). Purcell et al. (1996) relatou um valor inferior ao registrado neste estudo de R_0 de 42,6 de progênie por fêmea por dia para de *T. giffardianus* criado em larvas de *C. capitata*. Entretanto, esta taxa de reprodução líquida observada em *T. giffardianus* é bem maior que a taxa de reprodução dos parasitoides solitários. O R_0 de 2,84 para *A. pelleranoi* criados em larvas *Anastrepha ludens* (Loew) (ALUJA et al., 2009) e de 2,60 utilizando larvas de *C. capitata* como hospedeira (GONCALVES et al., 2013). *Diachasmimorpha longicaudata* utilizando larvas de *C. capitata* como hospedeira apresentou um R_0 de $45,56 \pm 5,65$ (MEIRELLES et al., 2013). De um modo geral, o número de larvas parasitadas por *T. giffardianus* comparadas aos braconídeos é baixo, sendo este fato compensado pelo hábito gregário e a razão tendenciosa para o sexo feminino desta espécie (PURCELL et al., 1996; COSTA et al, 2005).

Tabela 2. Taxa de reprodução líquida (R_0), Taxa intrínseca de crescimento (R_m), Tempo médio de uma geração (T) (dias), Tempo de duplicação da população (T_d) (dias) e a taxa finita de aumento (λ) de *Tetrastichus giffardianus* criados em larvas de *C. capitata* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ de UR; 12L:12E)

Hospedeiro	R_0	R_m	T (dias)	T_d	λ
<i>C. capitata</i>	54,93	0,34	19,70	2,07	1,41

A taxa intrínseca de aumento foi de 0,34, essa taxa foi maior que o R_m de outras espécies de parasitoides de moscas-das-frutas como: *D. longicaudata* R_m de 0.14 ± 0.019 (MEIRELLES et al., 2013), *A. pelleranoi* de 0,02 (GONCALVES et al., 2016); e menor que *Fopius arisanus* (Sonan 1932), de 0.39 ± 0.295 (GROTH et al., 2016). Segundo Pedigo e Zeiss (1996), quanto maior o valor R_m , melhor será a adaptação da espécie a um ambiente ou hospedeiro particular.

A partir dos parâmetros calculados foi estimado que o tempo médio de uma geração de *T. giffardianus* criados em larvas de *C. capitata* foi de 19,7 dias; o tempo de duplicação foi de 2,03 dias (Tabela 2). Alguns destes parâmetros são próximos aos observados por Purcell et al. (1996), que verificou um tempo médio de uma geração de 21,09 e o tempo de duplicação de 3,9 dias. O menor tempo de duplicação (cerca de dois dias) registrado neste estudo, provavelmente se devem a idade da larva hospedeira, uma vez que neste trabalho foi utilizado larvas L3 de ± 10 dias de idade contra larvas de 6 dias. Consequentemente, larvas de maior tamanho são capazes de fornecer uma maior quantidade de alimento aos parasitoides, influenciando diretamente o aumento do potencial reprodutivo da população. A taxa finita de aumento populacional (λ) foi de 1,41, ou seja, a cada dia a população é multiplicada 1,41.

Os resultados evidenciaram que *T. giffardianus* pode ser uma opção prática sobre outros parasitoides larvais de *C. capitata* devido ao hábito gregário desta vespa e relação tendenciosa para o sexo feminino são características positivas que contribuem diretamente para o aumento taxas de estabelecimento e ao seu rápido crescimento populacional

De acordo com os valores médios dos parâmetros biológicos (demográficos) acima mencionados, pode-se afirmar que a metodologia descrita neste estudo permite a criação de *T. giffardianus* em larvas de *C. capitata* de forma contínua. Esses resultados poderão auxiliar no desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas utilizando este inimigo natural em táticas de controle biológico de *C. capitata*.

5.2. Experimento 2: Determinar a forma de expor as larvas de *C. capitata* as fêmeas de *T. giffardianus*

As larvas nuas apresentaram a maior taxa de parasitismo com 86,61% das larvas parasitadas e a taxa de emergência de 78,77% adultos, seguido das larvas expostas em frutos de castanhas com 75,74% das larvas parasitadas e emergência de 64,88% e a placa de acrílico revestida de parafilme com 60,84% de parasitismo, com emergência de 44,06%. A placa de acrílico revestida por tecido *voile* foi o que apresentou a menor taxa de parasitismo, com apenas 5,68% de larvas parasitadas com emergência de 9,96 (Tabela 3).

Tabela 3. Percentuais de parasitismo e emergência e número de descendentes *Tetrastichicus giffardianus* emergidos de larvas de *Ceratitidis capitata* exposta ao parasitismo em diferentes formas de exposição. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Dispositivos de exposição	Parasitismo (%)	Emergência (%)
Castanhola (<i>T. catappa</i>)	75,74	64,88
Larvas nuas	86,61	78,77
Tecido <i>voile</i>	5,68	9,96
Parafilme	60,84	44,06

As maiores taxas verificadas nas larvas nuas e nos frutos infestados artificialmente pode ser justificada pelo hábito das fêmeas de *T. giffardianus* que penetram no interior dos frutos em busca das larvas hospedeiras (COSTA et al., 2005). Esse comportamento de penetrar nos frutos para buscar as larvas também ocorre nas espécies *Aganaspis pelleranoi* e *Odontosema anastrephae*, devido a isso, Aluja et al. (2009) ofertou larvas de *A. ludens* a esses parasitoides em placas de Petri parcialmente cheia de dieta, obtendo uma taxa de parasitismo médio de 26,4% para *A. pelleranoi* e uma taxa de parasitismo de 30,5% para *O. anastrephae*. O parasitismo em frutos de castanhola infestados artificialmente neste trabalho foi maior que as taxas de parasitismo encontrado por Aluja et al. (2009) em frutas de goiabas infestadas artificialmente com larvas de *Anastrepha ludens* ofertadas à *Doryctobracon crawfordi* (38%), *D. areolatus* (24,3%) e *Opius hirtus* (24,7%) em processo de domesticação destes parasitoides.

A baixa taxa de parasitismo encontrada no tecido *voile* pode ser explicada pelo ovipositor do *T. giffardianus* ser muito pequeno e não conseguir alcançar as larvas. Além disso, a textura áspera deste tecido pode servir de barreira mecânica ou provocar danos ao ovipositor no momento do parasitismo. Esse baixo parasitismo utilizando tecido tipo *voile*, também foi constatado nas espécies de Figitídeos por Aluja et al. (2009).

Geralmente, frutos infestados com tefritídeos apresentam maiores taxas de parasitismo devido à liberação sistêmica de voláteis que são capazes de atrair o maior número de parasitoides (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013). No entanto, as larvas nuas apresentaram maior taxa de parasitismo devido à maior exposição das larvas e devido ao modo de parasitismo deste parasitoide, uma vez que em frutos de castanholas, as larvas podem penetrar na amêndoa dificultando o acesso dos *T. giffardianus*.

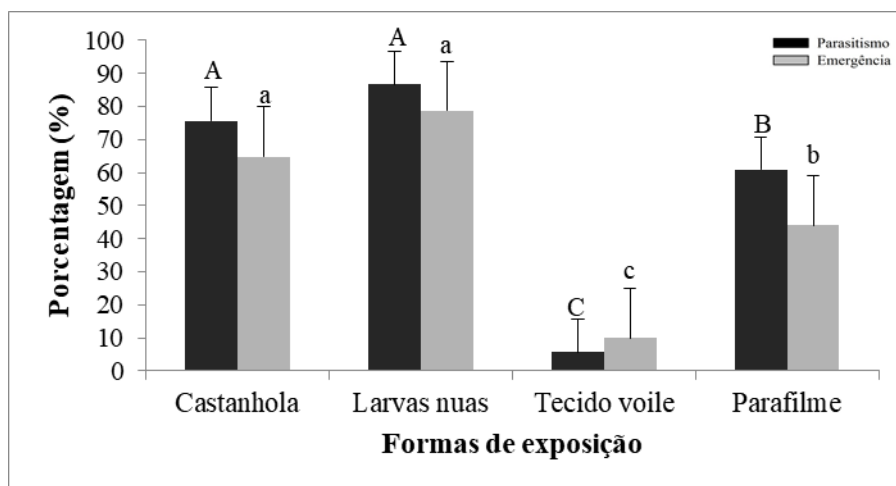


Figura 5. Percentuais de parasitismo e emergência de *Tetrastichus giffardianus* emergidos de larvas de *Ceratitis capitata* exposta ao parasitismo em diferentes dispositivos de exposição. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Barras coroadas com mesma letra maiúscula não indicam diferenças significativas no parasitismo e barras coroadas com mesma letra minúscula não indicam diferenças significativas na emergência de *Tetrastichus giffardianus*. (teste de Tukey HSD, $P = 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, recomenda-se a exposição das larvas hospedeiras nuas ao parasitoides, uma vez que permitiu o maior parasitismo. Larvas ofertadas em frutos infestados artificialmente só devem ser utilizados apenas no período de domesticação do parasitoide, uma vez que esse método é muito dispendioso.

5.3. Experimento 3: Substrato para acondicionar as pupas

Os substratos de pupação influenciaram na viabilidade pupal ($F = 5,157$; $gl = 3$; $P = 0,0079$) e na emergência dos parasitoides ($F = 9,97$; $gl = 3$; $P = 0,0003$). Dentre os substratos de pupação testados, a vermiculita seca apresentou a maior viabilidade pupal 69%, não diferindo significativamente da viabilidade observada nas pupas sem substrato 66% (Fig. 6). Esta percentagem na viabilidade pupal verificado nestes substratos pode ser atribuído à umidade relativa do ar onde se encontravam os pupários ($60 \pm 10\%$ UR), juntamente com a umidade natural da larva foram suficientes para manter as pupas viáveis, uma vez que em ambos os substratos não foram adicionados nenhuma forma de umidade.

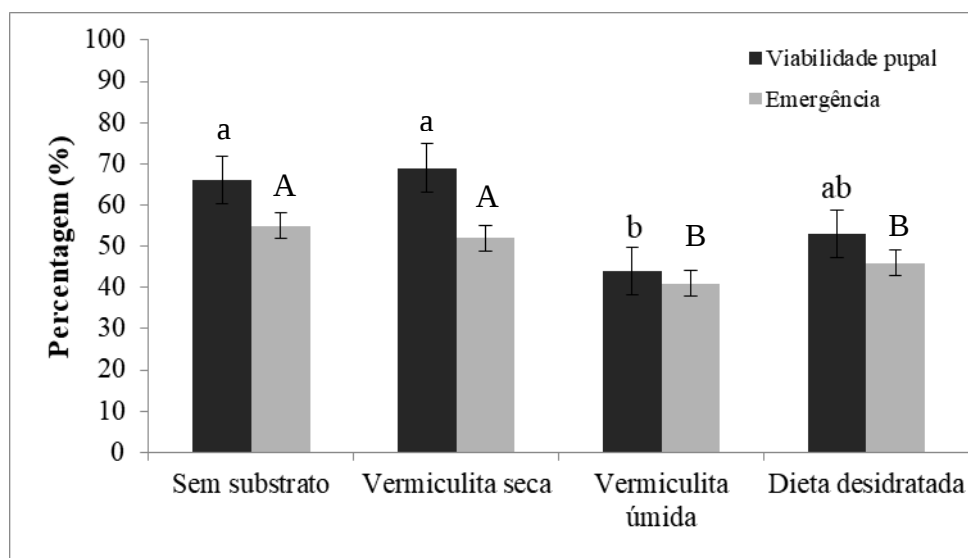


Figura 6. Percentuais de pupas viáveis e emergência de *Tetrastichus giffardianus* testados em diferentes substratos de pupação. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Barras coroadas com mesma letra maiúscula não indicam diferenças significativas no parasitismo e barras coroadas com mesma letra minúscula não indicam diferenças significativas na emergência de *Tetrastichus giffardianus*. (teste de Tukey HSD, $P = 0,05$).

As moscas-das-frutas são insetos que passam pelo estágio de pupa no solo e o seu desenvolvimento é influenciado diretamente pela umidade do solo (ARAÚJO et al., 2008). Ao sair do fruto, naturalmente as larvas penetram no solo logo abaixo do fruto à uma profundidade de aproximadamente 10 cm, e permanecem no estágio de pupas sob as folhas e frutos caídos, onde o solo permanece úmido (CHRISTENSON; FOOTE, 1960).

A vermiculita úmida (menos de 50%) apresentou a menor viabilidade pupal com 44% das pupas viáveis (Tabela 4). Essa baixa viabilidade das pupas pode ser explicada pela umidade do substrato, que ocasionou proliferação de fungo devido à formação de um microclima ideal a esses organismos, sendo esse o principal fator de mortalidade das pupas (AZEVEDO; PARRA, 1989). A vermiculita úmida ou areia peneirada e esterilizada é o substrato mais utilizando para acondicionar as pupas até a emergência dos adultos de parasitoides e/ou moscas-das-frutas (SÁ et al., 2008; JESUS-BARROS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014). Nestes estudos a viabilidade é bastante variável (25,5% - a 100 %), sendo a desidratação uma das principais causas da inviabilidade pupal.

Tabela 4. Tipos de substrato, percentagens de viabilidade pupal, da emergência e número de descendentes de *Tetrastichus giffardianus*.

Substrato	Viabilidade Pupal (%)	Emergência (%)	Número de Descendentes
1 – Sem substrato	66	55	1494
2 – Vermiculita Seca	69	52	1517
3 – Vermiculita úmida	44	41	1071
4 – Dieta Desidratada	53	46	1306

Em alguns casos verificamos que as pupas de *C. capitata* quando acondicionadas em placas de Petri contendo vermiculita úmida se tornavam inviáveis devido à proliferação de fungos, impedindo a emergência do parasitoide. Este fato foi relatado por Bressan-Nascimento (2001), que observou que a inviabilidade das pupas é ocasionada por dessecação e doenças causadas por fungos e bactérias, os quais tornam as pupas cheias e/ou cobertas por hifas filamentosas; e as pupas ficam escurecidas com fluidos escuros, tecidos distindidos e odor pútrido, respectivamente.

A umidade e temperatura podem ser determinantes na população de tefritídeos (BATEMAN, 1972). Aluja et al. (1994) diz que a umidade pode influenciar no desenvolvimento das moscas, pois a fase de pupa ocorre no solo, e a umidade do solo pode ser crucial em sua emergência.

Em trabalhos realizados por Bento et al. (2010), comprovou a relação direta entre a umidade do solo e o número de insetos emergidos, ou seja, quanto menor for a umidade do solo, maior será a emergência de *C. capitata* e menor será o número de *D. longicaudata* emergidos.

Cruz et al. (2011) utilizando areia umedecida, em condições de laboratório ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12h fotofase), obteve uma viabilidade pupal de 55,3% ($\pm 34,79$) obtendo 189 espécimes de *Anastrepha fraterculus* e 52 espécimes de parasitoides das famílias Braconidae, Figitidae e Diapriidae.

A umidade pode ser um fator determinante na população de tefritídeos, pois atua indiretamente no desenvolvimento das pupas das moscas-das-frutas afetando a disponibilidade de adultos e, conseqüentemente, de uma nova geração de larvas presentes nos frutos, de modo a servirem como hospedeiros para os parasitoides presentes nos agroecossistemas, influenciando a ocorrência e a flutuação populacional desses organismos em condições de campo (MOURA; MOURA, 2011).

França (2016), através da análise de correlação de Pearson, apontou uma correlação negativa entre a umidade relativa e a população de moscas-das-frutas, ou seja, se um aumenta,

o outro sempre diminui. Feitosa et al. (2008) concluiu que a umidade relativa elevadas ocasionam diminuição na flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de mangueira no Estado do Piauí.

Nas condições de temperatura e umidade relativa do ar desse estudo, mostraram que a vermiculita seca demonstra ser o substrato ideal para acondicionar as pupas, uma vez que neste substrato houve uma maior viabilidade pupal e conseqüentemente um maior número de emergência de *T. giffardianus*.

6. CONCLUSÕES

- ✓ Os resultados obtidos demonstraram que o método de criação descrito neste estudo é viável para a criação de *T. giffardianus* em laboratório com o uso de larvas de terceiro instar de *C. capitata*. Dentre os parâmetros calculados, a taxa líquida de reprodução e a taxa intrínseca de crescimento populacional demonstraram que *T. giffardianus* apresenta potencial para ser utilizado no controle de *C. capitata*.
- ✓ A melhor forma de oferecer as larvas de *C. capitata* ao parasitoide é através da exposição das larvas nuas, este tipo de exposição propiciou a maior taxa de parasitismo e emergência de parasitoides.
- ✓ Dentre os substratos de pupação avaliados sobre a viabilidade pupal e emergência de *T. giffardianus*, a vermiculita seca e o tratamento sem substrato apresentaram as maiores porcentagens na emergência e viabilidade pupal deste parasitoide.

REFERÊNCIAS

- ALBAJES, R.; SANTIAGO-ALVAREZ, C. 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. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, v.39, p.155-178, 1994.
- ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; OVRUSKI, S.; GUILLÉN, L.; LÓPEZ, M.; CANCINO, J.; TORRES-ANAYA, A.; GALLEGOS-CHAN, G.; RUÍZ, L. Colonization and domestication of seven species of native New World hymenopterous larval-prepupal and pupal fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids. *Biocontrol Science And Technology*, [s.l.], v. 19, n. 1, p.49-79, ago. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09583150802377373>.
- ALVARENGA, C.D.; MATRANGOLO, C.A.R.; LOPES, G.N.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; ALVES, D.A.; NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 2, p. 195-204, 2009.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2016. **Editora Gazeta Santa Cruz: Santa Cruz do Sul**, 2016.
- ARAÚJO, A.A.R.; SILVA, P.R.R.; SILVA, R.B.Q.; SOUSA, E.P.D.S. *Tetrastichus giffardianus* on pupae of *Anastrepha* in Brazil. *Ciência Rural*, v. 46, n. 7, p. 1134-1135, 2016.
- ARAÚJO, E.L.; SILVA, R.K.B.; GUIMARÃES, J.A., SILVA, J.G.; BITTENCOURT, M.A.L. Levantamento e flutuação populacional de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas (CE). *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 1, p.138-146, jan. 2008.
- ARAÚJO, E.L., LIMA, F.A.M., ZUCCHI, R.A. Rio Grande do Norte. 2000. In A. Malavasi, & R.A. Zucchi (eds.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. FAPESP - Holos Editora, Ribeirão Preto, 327p. 2000
- ARAÚJO, E.L.; FERNANDES, E.C.; SILVA, R.I.R.; FERREIRA, A.D.C.L.; COSTA, V.A. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Semiárido do Estado Do Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [s.l.], v. 37, n. 3, p.610-616, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-188/14>.
- ARAÚJO, E.L.; RIBEIRO, J.D.C.; CHAGAS, M.C.M.; DUTRA, V.S.; SILVA, J.G. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard, in the Brazilian semiarid. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 471-476, 2013.
- AZEVEDO, E.M.M.; PARRA, J.R.P. Influência da umidade em dois tipos de solo, na emergência de *Ceratitis capitata*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 24, n. 3, p. 321-327, 1989.
- AZEVEDO, F.R.; GUIMARÃES, J.A.; SIMPLÍCIO, A.A.F.; SANTOS, H.R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2010.
- BADII, K B; BILLAH, M.K.; AFREH-NUAMAH, K.; OBENG-OFORI, D.; NYARKO, G. Review of the pest status, economic impact and management of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. *African Journal Of Agricultural Research*, [s.l.], v. 10, n. 12, p.1488-1498, 19 mar. 2015. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajar2014.9278>.
- BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. *Annual review of entomology*, v. 17, n. 1, p. 493-518, 1972.
- BENTO, F.M.M.; MARQUES, R.N.; COSTA, M.L.Z.; WALDER, J.M.M.; SILVA, A.P.; PARRA, J.R.P. Pupal Development of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and *Diachasmimorpha*

longicaudata (Hymenoptera). **Environmental Entomology**, [s.l.], v. 39, n. 4, p.1315-1322, 1 ago. 2010. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1603/en08088>

BESERRA, E.B.; PARRA, J.R.P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Rev Bras Entomol** 48:119-126. 2004

BIRCH, C. The intrinsic rate of natural increase of in insect population. *J. Anim. Ecol.* 17, 15 – 26, 1948.

BRESSAN-NASCIMENTO, S. Emergence and pupal mortality factors of *Anastrepha obliqua* (Macq.) (Diptera: Tephritidae) along the fruiting season of the host *Spondias dulcis* L. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.207-215, jun. 2001. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2001000200002>

CAMARGOS, M.G.; COSTA, M.L.Z.; MIRANDA, E.S. Custos variáveis de produção de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) para controle de moscas-das-frutas. **Revista Ipecege**, [s.l.], v. 3, n. 2, p.9-25, 18 maio 2017. I-PECEGE. <http://dx.doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.2.9>.

CARVALHO, R.S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)(Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 799-805, 2005.

CARVALHO, S. C.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas (Tephritidae). In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p 165-179, 2002.

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, p.113-117, 2000

CHRISTENSON, L. D.; FOOTE, R. H. Biology of fruit flies. **Annual review of entomology**, v. 5, n. 1, p. 171-192, 1960.

COSTA, V.A.; ARAUJO, E.L.; GUIMARÃES, J.A.; NASCIMENTO, A.S.; LASALLE, J. Redescoberta de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) após 60 Anos da sua introdução no Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 4, n. 72, p.539-541, dez. 2005.

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

DE PEDRO, L.; MARTÍNEZ, R.; HARBI, A.; FERRARA, F.A.; TORMOS, J.; ASÍS, J.D.; SABATER-MUÑOZ, B.; BEITIA, F. Un nuevo enemigo natural de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) identificado en la Comunidad Valenciana: el parasitoide *Aganaspis daci* (Hymenoptera, Figitidae). **Levante Agrícola**, v. 416, p. 153-157, 2013.

FEITOSA, S.S.; SILVA, P.R.R.; PÁDUA, L.D.M.; CARVALHO, E.M.S Flutuação Populacional de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no Município de José de Freitas - Piauí. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p.112-117, mar. 2008.

FITZ-EARLE, M.; BARCLAY, H.J., Is there an optimal sex ratio for insect mass rearing. **Ecological Modelling**, v. 45, p.: 205-220, 1989.

FRANÇA, P. R. P. **Flutuação Populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de mangueira e viabilidade de implantação de área de baixa prevalência em Petrolina, PE**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Defesa Sanitária Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

GARCIA, F. R. M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.415-420, 2003.

- GARCIA, F.R.M.; RICALDE, M.P. Augmentative biological control using parasitoids for fruit fly management in Brazil. **Insects**, v. 4, n. 1, p. 55-70, 2012.
- GODOY, M.J.S.; PACHECO, W.S.P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 111-131.
- GONÇALVES, R.S.; ANDREAZZA, F.; LISBÔA, H.; GRÜTZMACHER, A.D.; VALGAS, R.A.; MANICA-BERTO, R.; NÖRNBERG, S.D.; NAVA, D.E. Basis for the Development of a Rearing Technique of *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae) in *Anastrepha fraterculus* (Tephritidae: Diptera). **Journal of economic entomology**, v. 109, n. 3, p. 1094-1101, 2016.
- GONCALVES, R.S.; NAVA, D.E.; PEREIRA, H.C.; LISBOA, H.; GRUTZMACHER, D.D.; VALGAS, R.A. Biology and Fertility Life Table of *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae) in Larvae of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.106, p. 791-798, 2013.
- GROTH, M.Z.; LOECK, A.E.; NORBERG, S.D.; BERNARDI, D.; NAVA, D.E. Biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in Two Species of Fruit Flies. **Journal of Insect Science**, v.16, n.1, p:1-7, 2016. doi: 10.1093/jisesa/iew087
- JESUS-BARROS, C.R.; ADAIME, R.; OLIVEIRA, M.N.; SILVA, W.R.; COSTA-NETO, S.V.; SOUZA-FILHO, M.F. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) Species, Their Hosts and Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in Five Municipalities of the State of Amapá, Brazil. **Florida Entomologist**, v.95, n.3, p.:694-705, 2012.
- MEIRELLES, R.N.; REDAELLI, L.R.; OURIQUE, C.B. Comparative Biology of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) Reared on *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), **Florida Entomologist**, v.96, p:412-418, 2013.
- MOHAMED, S.A.; RAMADAN, M.M.; EKESI, S. In and Out of Africa: Parasitoids Used for Biological Control of Fruit Flies. In: **Fruit Fly Research and Development in Africa-Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture**. Springer International Publishing, 2016. p. 325-368.
- MONTES, S.M.N.M.; RAGA, A.; BOLIANI, A.C.; SANTOS, P.C.D. Population dynamic and occurrence of fruit flies and their parasitoids in peach cultivars (*Prunus persica* L. Batsch) in presidente prudente municipality, sp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011
- MOURA, A.P.; MOURA, D.C.M. Levantamento e flutuação populacional de parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de ocorrência em goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Fortaleza, Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 225-231, 2011.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Ribeirão Preto: Holos**, p. 169-173, 2000.
- NAVA, D.E. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora**. Embrapa Clima Temperado, 2007.
- OLIVEIRA, P.C.C.; FONSECA, E.D., ALVARENGA, C.D.; GIUSTOLIN, T.A.; RABELO, M.M.; COUTINHO, C.B. Effect of the age of larvae *Ceratitis capitata* (Wied.) in the biological quality of parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). **Agricultural Entomology / Scientific Article, Arquivo do Instituto Biológico**, v.81, n.3, p. 244-249, 2014.
- OVRSKI; S.M.; OROÑO, L.E., NÚÑES-CAMPERO, S.; SCHLISERMAN, P. ALBORNOZ-MEDINA, L. BEZDJIAN, L.P.; VAN-NIEUWENHOVE, G.A.; MARTIN, C.B. A review of hymenopterous parasitoid guilds attacking *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina. In: 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. 2006, Salvador. p.113-125.

- OVRUSKI, S.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; WHARTON, R. 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.; SCHLISERMAN, P. Biological control of Tephritid fruit flies in Argentina: historical review, current status, and future trends for developing a parasitoid mass-release program. **Insects** 3, 870–888. 2012
- PARRA, J. R. P., BOTELHO, P. S. M., CORRÊA-FERREIRA, B. S., BENTO, J. M. S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. 2002. In: Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.
- PEDIGO, L.P.; ZEISS, R.M. Constructing life table for insect populations, pp. 75–105. In Analyses in insect ecology and management. Iowa State University Press, Iowa. 1966
- 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.
- PINTO-ZEVALLOS, D.M.; MARTINS, C.B.; PELLEGRINO, A.C.; ZARBIN, P.H. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Quim Nova**, v. 36, p. 1395-1405, 2013.
- 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.
- RAGA, A.; SATO, M. E. **Controle Químico de Moscas-das-Frutas**. Campinas: Instituto Biológico - Apta, 2016. 14 p.
- SÁ, R.F.; CASTELLANI, M.A.; NASCIMENTO, A.S.; BRANDÃO, M.H.S.T.; SILVA, A.N.; PÉREZ-MALUF, R. Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de Anagé, BA. **Bragantia**, v.67, n.2, p.401-411, 2008.
- SANTOS, W.G.N.; FERNANDES, E.C.; ARAUJO, E.L.; FERREIRA, A.D.C.L. Moscas-das-frutas em um pomar comercial de mangueira, no litoral do Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 1, p. 01-06, 2013.
- SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Ed. Agronômica Ceres, 1976, p. 419
- SOUZA, A.R.; LOPES-MIELEZRSKI, G.N.; LOPES, E.N.; QUERINO, R.B.; CORSATO, C.D.A.; GIUSTOLIN, T.A.; ZUCCHI, R.A. Hymenopteran parasitoids associated with frugivorous larvae in a Brazilian Caatinga-Cerrado ecotone. **Environmental entomology**, v. 41, n. 2, p. 233-237, 2012
- SZYNISZEWSKA, A.M.; TATEM, A.J. Global assessment of seasonal potential distribution of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **PLoS One**, v. 9, n. 11, p. e111582, 2014.
- VAN LENTEREN, J.C. Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In: Measures of success in Biological Control. S. Wratten & G. Gurr (eds.). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (in press). 2000
- VARGAS, R.I.; LEBLANC, L.; HARRIS, E.J.; MANOUKIS, N.C. Regional suppression of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Pacific through biological control and prospects for future introductions into other areas of the world. **Insects**, v. 3, n. 3, p. 727-742, 2012.
- VARGAS, R.I.; STARK, J.D.; BANKS, J.; LEBLANC, L.; MANOUKIS, N.C.; PECK, S. Spatial dynamics of two oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids, *Fopius arisanus* and *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), in a guava orchard in Hawaii. **Environmental entomology**, v. 42, n. 5, p. 888-901, 2013.

WHARTON, R.A.; YODER, M.J. Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae. <http://paroffit.org>. Accessed on Wed Aug 30 09:54:17 -0500. 2017

WHARTON, R.A. Classical biological control of fruit-infesting Tephritidae. In: ROBINSON, A.S. & HOOPER, G., ed. **Fruit flies; their biology, natural enemies and control**. Elsevier, New York, v.2, p.303-313. (World Crop Pests, 3B). 1989.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. 2000. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 13-24, 2000

ZUCCHI, R.A. 2012. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Available in: www.lea.esalq.usp.br/ceratidis/, updated on April 10, 2017. Accessed on 07/09/2017