



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

THAIS PAZ PINHEIRO ANDRÉ

**DESENVOLVIMENTO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
EM DIFERENTES DENSIDADES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO EM PUPAS DE
Plutella xylostella (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**FORTALEZA
2021**

THAIS PAZ PINHEIRO ANDRÉ

**DESENVOLVIMENTO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
EM DIFERENTES DENSIDADES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO EM PUPAS DE
Plutella xylostella (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

Coorientadora: Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.*

**FORTALEZA
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A573d André, Thais Paz Pinheiro.

Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes densidades e tempos de exposição em pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) / Thais Paz Pinheiro André. – 2021.

33 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.

Coorientação: Profa. Dra. Marianne Gonçalves Barbosa.

1. Controle biológico. 2. Traça-das-crucíferas. 3. Parasitoide. 4. Brássicas. 5. Eulofídeos. I. Título.
CDD 630

THAIS PAZ PINHEIRO ANDRÉ

**DESENVOLVIMENTO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
EM DIFERENTES DENSIDADES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO EM PUPAS DE
Plutella xylostella (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Aprovada em: 17/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.* (Coorientadora)
IN Soluções Biológicas LTDA.

Nádylla Régis Xavier de Oliveira, *M. Sc*
Prefeitura de Cascavel-CE - Secretaria de Educação, Cultura, Desporto e Juventude

Suyanne Araújo de Souza, *M. Sc*
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

A Deus,

A minha filha Yasmin Pinheiro, aos meus pais Carlos Cezar e Sueli Pinheiro, ao meu esposo Sandro Albuquerque e ao meu irmão Weibson Pinheiro, sem vocês essa conquista não seria possível, obrigada por não me deixar desistir, eu amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir viver esse tão sonhado momento e por ter me sustentado quando eu pensei que já não teria mais forças pra continuar.

À minha família, em especial a minha mãe e meu pai, por nunca medir esforços para que eu e meu irmão pudessemos estudar.

À meu irmão, por permanecer sempre do meu lado, saiba que eu tentarei seguir seus passos.

À minha filha, que é o melhor presente que Deus poderia ter me enviado. Yasmin é por você que a mamãe luta todos os dias em busca de um futuro melhor, você me mostrou que eu posso ser muito mais forte do que imaginava e o meu amor por você não tem limite, se preciso for eu te dou minha vida, eu te amo flor.

À meu esposo, por ser tão parceiro e por ter me ajudado diariamente, agradeço muito por te ter ao meu lado, te amo muito.

À todos meus familiares tias (os), primas (os), Vó Tereza e em especial a minha prima Victoria Melo pelas palavras constantes de incentivo.

À minha sogra Neucila André e meu sogro José Pereira por ter se disposto a cuidar da Yasmin durante seus primeiros meses de vida, pra que eu continuasse os estudos e por sempre nos ajudar quando precisamos.

À todos (as) os integrantes do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), em especial ao Karolina Rafrana, Dalila Martins, Gabriel Brasil e Adson Ávila, por todo apoio e por compartilhar tantos sorrisos, vocês são muito especiais.

Ao Raimundo Henrique por sempre ter tido seu apoio e por dividir tantos conhecimentos, foi um prazer imenso fazer parte da sua equipe.

À Suyane Araujo, por ter sido tão companheira durante o período que compartilhamos juntas o LEA.

À Marianne Gonçalves por sempre se preocupar em me repassar seus conhecimentos, e principalmente por ter se tornado uma grande amiga, é uma pessoa que eu tenho uma grande admiração, é de uma humildade gigante e dona de um coração imenso.

À Cintia Raianny e Débora Pontes pela linda amizade que construímos, o apoio que eu recebi de vocês nunca irei esquecer, gratidão por tudo, com certeza nossa amizade será além da UFC, ela será pra vida toda.

À Thaís Mota e Edilaine Viana por tudo que vocês fizeram por mim inúmeras vezes, são pessoas que fico feliz de ter conquistado a amizade, espero um dia poder retribuí-las.

A Nadylla Regis, por ter tido um papel essencial no desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Patrik Luiz Pastori, por sempre me mostrar que o importante é não desistir, por acreditar que eu seria capaz quando na verdade eu estava convencida que não daria conta, por permanecer do meu lado quando eu pensava que estava só, agradeço por todos os conselhos, por todas as conversas e pela confiança que em mim depositou, eu tenho orgulho de ter você como orientador e obrigada por tanta paciência comigo.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) por mim proporcionar as condições necessárias para minha formação acadêmica.

Aos participantes da banca examinadora Marianne Gonçalves, Suyanne Araújo, Nadylla Regis e Prof. Patrik Pastori pelas valiosas colaborações e sugestões.

“Procuro semear otimismo e plantar sementes de paz e justiça. Digo o que penso, com esperança. Penso no que faço com fé. Faço o que devo fazer, com amor. Eu me esforço para ser cada dia melhor, pois bondade também se aprende.”

Cora Coralina

RESUMO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), popularmente conhecida como traça-das-crucíferas é responsável por causar danos econômicos nas brássicas. O controle vem ocorrendo por meio da utilização de inseticidas, muitas vezes erroneamente aplicados, desencadeando aumento na frequência dos níveis de resistência dessa praga, surgindo assim a necessidade de implementar novas estratégias de manejo, dentre essas a utilização de parasitoides. O objetivo foi avaliar o desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *P. xylostella* submetidas a diferentes densidades de fêmeas parasitoides e tempos de exposição. Para realização dos ensaios, foram utilizadas fêmeas do parasitoide com até 24 h de vida. Pupas de *P. xylostella* foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) e, expostas ao parasitismo por 6, 12, 24, 48 e 72 horas, nas densidades 1:1, 1:3, 1:6 e 1:9 (pupa/parasitoides) e mantidas à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, fotofase: 12 h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (5 tempos x 4 densidades) com cinco repetições, sendo cada repetição considerada um conjunto de três pupas. O maior percentual de parasitismo (86%) foi observado quando a pupa de *P. xylostella* foi exposta a nove fêmeas de *T. diatraeae*. A emergência dos adultos foi maior quando a pupa foi exposta por 72 horas a uma fêmea, atingindo 53%. A longevidade das fêmeas emergidas foi maior quando utilizou-se três parasitoides por 12 e 72 horas de exposição, registrando sobrevivência média de 6,5 dias. Por fim, a razão sexual variou entre 0,87 a 1,0. Conclui-se que o parasitoide *T. diatraeae* se desenvolve sobre pupas de *P. xylostella* em laboratório com potencial para o controle desse artrópode-praga.

Palavras-chave: controle biológico; traça-das-crucíferas; parasitoide; brássicas; eulofídeos.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), popularly known as diamondback moth, is responsible for causing economic damage to brassicas. Control has been taking place through the use of insecticides, often wrongly applied, triggering an increase in the frequency of resistance levels of this pest, thus creating the need to implement new management strategies, including the use of parasitoids. The objective was to evaluate the development of *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) in *P. xylostella* pupae subjected to different densities of parasitoid females and exposure times. To carry out the tests, females of the parasitoid with up to 24 h of life were used. *P. xylostella* pupae were placed in glass tubes (8.5 x 2.5 cm) and exposed to parasitism for 6, 12, 24, 48 and 72 hours, at densities 1:1, 1:3, 1: 6 and 1:9 (pupa/parasitoids) and maintained at $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH, photophase: 12 h. The experimental design was completely randomized, in a factorial arrangement (5 times x 4 densities) with five repetitions, each repetition being considered a set of three pupae. The highest percentage of parasitism (84%) was observed when the pupa of *P. xylostella* was exposed to nine females of *T. diatraeae*. The emergence of adults was greater when the pupa was exposed for 72 hours to a female, reaching 53%. The longevity of emerged parasitoid adults was greater when three parasitoids were used for 12 and 72 hours of exposure, recording a mean survival of 6.51 days. Finally, the sex ratio ranged from 0.87 to 1.0. It is concluded that the parasitoid *T. diatraeae* develops on *P. xylostella* pupae in laboratory with potential to control this pest.

Keywords: biological control; diamondback moth; parasitoid; brassicas; eulophid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pupas de <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae) fornecidas às fêmeas adultas de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes densidades e sob diferentes tempos de exposição ao parasitismo.....	20
Figura 2	A) Parasitismo (%); B) Emergência (%); C) Número de parasitoides emergidos; D) Longevidade de fêmeas (dias) e; E) Razão sexual de <i>Trichospilus diatraeae</i> Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) expostos à pupas de <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae).....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Parasitismo ($\mu \pm EP$), emergência ($\mu \pm EP$), número de parasitoides emergidos ($\mu \pm EP$), longevidade de adultos (μ dias $\pm EP$) e razão sexual ($\mu \pm EP$) de <i>Trichospillus diatraeae</i> Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) expostos à pupas de <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae).....	22
----------	--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae)	15
2.2 Controle biológico.....	16
2.3 <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	17
2.4 Densidade de parasitoides x tempo de exposição.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Criação <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae).....	19
3.2 <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	19
3.3 Desenvolvimento experimental.....	20
4 RESULTADOS.....	21
5 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES.....	26
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
7 REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A família Brassicaceae é composta por plantas cosmopolitas que exibem importância socioeconômica, contribuindo de forma direta para saúde e alimentação humana. No Brasil destaca-se, dentro do cultivo das espécies hortícolas, o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), a couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (MELO *et al.*, 2016). Vários fatores afetam a produção de brássicas nas diferentes regiões produtoras, como por exemplo a competição com plantas daninhas, a sensibilidade aos extremos climáticos e, a presença de insetos-praga (SILVA, 2018).

Essas plantas são atacadas por diversos insetos-praga, dentre esses destacam-se os lepidópteros, como a curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae), a broca-da-couve, *Hellula phidilealis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Pyralidae), a falsa-medideira, *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-das-folhas *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) e, principalmente, a traça das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (CARDOSO, 2010; CAPINERA, 2001). O ataque desses lepidópteros-praga limita ou reduz significativamente a produtividade dessas culturas.

Plutella xylostella é considerada praga-chave das brássicas, sendo distribuída em praticamente todo o mundo (FURLONG *et al.*, 2013). Devido às suas características, como elevado potencial de dispersão e elevada capacidade reprodutiva (capacidade de ovipositar de 150 - 360 ovos) os prejuízos econômicos podem chegar a 1 bilhão de dólares por ano (IRAC, 2016). Os danos causados por *P. xylostella* consistem na redução da capacidade fotossintética das plantas devido ao consumo da área foliar pelas lagartas, formando pequenas minas transparentes, quando as lagartas estão no primeiro ínstar e, causando até mesmo a inviabilização do produto pelo consumo de praticamente toda a área foliar quando as lagartas atingem os últimos instares larvais e, assim essas perdas podem alcançar 100% (CASTELO BRANCO *et al.*, 1997).

O controle é basicamente realizado por aplicações intensivas de inseticidas, podendo chegar até a 16 aplicações por ciclo da cultura (DIAS *et al.*, 2004). O uso inadequado do controle químico desencadeia problemas, como o desenvolvimento de resistência de *P. xylostella* aos produtos químicos registrados e até mesmo aos produtos biológicos formulados à partir de *Bacillus thuringiensis* Berliner (BARBOSA, 2019). Dentre as estratégias de controle podemos citar o uso de cultivares resistentes e de feromônios (IMENES *et al.*, 2002), rotação de culturas (MONNERAT *et al.*, 2002), culturas

armadilhas (BADENES-PEREZ *et al.*, 2004), extratos vegetais (BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2005) entre outras. Portanto a necessidade de encontrar novas alternativas para o controle dessa praga, podendo ser através da utilização de agentes de controle biológico (DIAS *et al.*, 2004).

Dentre os parasitoides, existem relatos de parasitismo em *P. xylostella* por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (PEREIRA *et al.*, 2004), por *Cotesia plutellae* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Braconidae) (SHI *et al.*, 2002) e, por *Diadegma insulare* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Ichneumonidae) (XU *et al.*, 2004), entre outros.

O *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) pertencente à família Eulophidae, é um endoparasitoide de pupas gregário com preferência por insetos da Ordem Lepidoptera, e vem demonstrando alto potencial como agente de controle biológico de pragas em algumas culturas como: Cana-de-açúcar, milho e algodão em países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976; RODRIGUES, 2010). No Brasil, seu primeiro relato é de 1996 em pupas de Arctiidae (Lepidoptera) na cidade de Piracicaba no Estado de São Paulo (PARON & BERTI FILHO, 2000). Posteriormente foi relatada sua capacidade de desenvolvimento em outras espécies pragas, como por exemplo, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) (PASTORI *et al.*, 2012), *Tenebrio molitor* (Fabricius, 1798) (Coleoptera: Tenebrionidae) (FAVERO *et al.*, 2013), *Opsiphanes invirae* Hübner, 1808 e *Brassolis sophorae* (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) (RIBEIRO *et al.*, 2019) e *Diatraea saccharalis* (F., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (GRANCE, 2010).

Para que se consiga alcançar sucesso no controle de pragas utilizando inimigos naturais é necessário compreender o seu comportamento e eficiência no alvo a ser controlado (ZACHRISSON & PARRA, 1998). Para dessa forma garantir a qualidade e quantidade de indivíduos que serão gerados (COSTA *et al.*, 2014). Nesse contexto, é importante determinar a densidade ideal de fêmeas por pupa e o tempo de exposição do hospedeiro às fêmeas, visando compreender o desenvolvimento do parasitoide gerando informações a serem consideradas na sua possível utilização em programas de controle biológico (ZACHÉ *et al.*, 2011). Diante disso, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *P. xylostella* quando submetidas a diferentes densidades de fêmeas parasitoides e tempos de exposição.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)

No Brasil, o repolho (*Brassica oleracea* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas, sendo considerada a principal espécie comercial da família Brassicaceae (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2015). Algumas características dessa espécie permite um amplo cultivo, como a adaptação dos híbridos às diversas condições climáticas brasileiras e mundiais (FILGUEIRA, 2012; CORREA *et al.*, 2013) e, o desenvolvimento da planta que ocorre em um curto espaço de tempo (FILGUEIRA, 2012).

A traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, é considerada a principal praga que ataca brassicáceas, sendo a de maior importância econômica para essas culturas no Brasil e no mundo (IRAC, 2016), principalmente nas culturas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (GODIN & BOIVIN, 1998). Esses danos são causados pelas lagartas jovens de coloração verde, que ao se alimentarem, acabam “raspando” o tecido foliar permitindo o surgimento de “furos” no tecido vegetal e, quando o ataque é intenso, a folha apresenta característica de rendilhamento (CARDOSO *et al.*, 2010). O custo referente ao manejo dessa praga é elevado sendo cerca de US\$ 1,4 bilhão anual em todo o mundo (ZALUCKI *et al.*, 2012).

Durante o período larval, o inseto passa por quatro estádios, apresentando coloração verde e, variando os tons de acordo com alimentação. Para transformarem-se em pupas, as larvas constroem um detalhado casulo. Os adultos têm o hábito de voar no período final da tarde ou início da noite e permanecem o dia escondidos entre as folhas (CASTELO BRANCO *et al.*, 1997). O ciclo de vida dessa praga é influenciado diretamente pela temperatura ambiente, onde à 15°C, o ciclo ovo-adulto tem em média 34 dias e quando submetidas à 35°C, a duração é de 12 dias (CASTELO BRANCO *et al.*, 1997). É característica dessa praga a elevada capacidade reprodutiva, onde as fêmeas tem a capacidade de ovipositar mais de 200 ovos (TALEKAR *et al.*, 1994), podendo esses serem colocados de forma isolada ou em pequenas aglomerações (JUSTUS, 2000).

A utilização de produtos químicos (inseticidas) ocorre de forma constante para o controle dessa praga, por apresentar resultado positivo rápido (GRZYWACZ *et al.*, 2010), mas essa prática tem reduzido a eficácia no controle, sendo essa uma consequência das aplicações excessivas de inseticidas os quais causam pressão de seleção na população da praga sobrevivendo indivíduos resistentes (CHEN *et al.*, 2008; WANG *et al.*, 2010). O aumento da frequência de indivíduos resistentes na população da praga gera dificuldade em manter um resultado eficiente dos inseticidas por longo tempo, aumentando a pressão pela

busca por novos métodos de controle, em especial ao controle biológico, concentrando-se em parasitoides, predadores e microorganismos entomopatogênicos (DIAS *et al.*, 2004).

2.2 Controle biológico

O controle biológico engloba a utilização de patógenos, predadores e parasitoides para o controle de insetos-praga, e sua relevância dentro dos programas de manejo integrado de pragas (MIP) está em constante avanço, devido a vantagens como redução de impactos ambientais, prevenção a saúde humana e a específica atuação desses organismos na praga alvo (OLIVEIRA & ÁVILA, 2010).

O controle biológico ocorre de forma natural e está relacionado com o equilíbrio entre o número de plantas e de animais por inimigos naturais, sendo esses os responsáveis pela mortalidade biótica (PARRA *et al.*, 2002). Para *P. xylostella* uma alternativa viável para minimizar os danos causados nas lavouras seria a integração dos métodos de controle e a utilização mais frequente de inimigos naturais (MAGALHÃES *et al.*, 2015).

A utilização de entomopatógenos é viável no controle da traça-das-crucíferas (CASTELO BRANCO *et al.*, 2003; MEDEIROS *et al.*, 2005, SARFRAZ *et al.*, 2005, VICKERS *et al.*, 2004) e vem sendo utilizado pois pode reduzir os desequilíbrios ecológicos no agroecossistema devido à sua especificidade ao inseto-alvo e portanto mantendo a seletividade aos inimigos naturais (ALVES & MORAES, 1998). Muitos estudos são realizados com a bactéria *Bacillus thuringiensis* para o controle de uma grande quantidade de pragas agrícolas, incluindo *P. xylostella* (CASTELO BRANCO *et al.*, 2003; MEDEIROS *et al.*, 2005). Porém, *P. xylostella* foi a primeira espécie-praga a desenvolver resistência de campo aos produtos à base de *Bt* (TALEKAR & SHELTON, 1993).

Estudos realizados no mundo mostraram que aproximadamente 60 espécies de parasitoides atacam a traça-das-crucíferas (DELVARE, 2004; FURLONG *et al.*, 2013), mas a eficiência da utilização desses agentes exige um conhecimento prévio da forma de atuação em condições de campo para então ser recomendado (ZACHRISSON & PARRA, 1998). A ciência demonstra que estudos devem ser realizados para que se consiga obter resultados positivos ao trabalhar com controle biológico utilizando parasitoides, abrangendo por exemplo, o desenvolvimento dos inimigos naturais em seus hospedeiros naturais ou alternativos e as relações desses com características ambientais, as quais interferem diretamente no sucesso do controle (PEREIRA *et al.*, 2010, PRATISSOLI *et al.*, 2005).

2.3 *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

A família Eulophidae abrange aproximadamente 4.472 espécies, com insetos pequenos com comprimento entre 0,4 a 0,6mm e 5 subfamílias: Entiinae, Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae e Ophelminae (NOYES, 2003). Alguns trabalhos demonstram o potencial de controle de diversas pragas por meio da utilização de parasitoides pertencentes a esta família, como *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Bombyx mori* L., 1758 (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA *et al.*, 2010), *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *D. saccharalis* (COSTA *et al.*, 2014), *T. diatraeae* em pupas de *O. invirae* e *B. sophorae* (RIBEIRO *et al.*, 2019), *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Crambidae) (SILVA, 2014) e em pupas de *A. gemmatalis* (PASTORI *et al.*, 2012).

Dentre as características morfológicas utilizadas para identificar a espécie *T. diatraeae* inclui-se, as características do gáster, o qual tem uma ampla ranhura central e cerdas pequenas marginais, além de tufo de cerdas nas asas anteriores, próximo ao estigma (BOUCEK, 1976). É um endoparasitoide de pupas, gregário e polífago (PARON e BERTI FILHO 2000), apresenta preferência por parasitar principalmente pupas de insetos da ordem Lepidoptera (BOUCEK, 1976). No Brasil, há registros de *T. diatraeae* parasitando naturalmente *Cerconota anonella* (Sepp., 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) em gravioleira (OLIVEIRA *et al.*, 2001), *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) e *Melanolophia consimiliaria* (Walker, 1860) (Lepidoptera: Geometridae) em eucalipto (PEREIRA *et al.* 2008; ZACHÉ *et al.* 2010), e *D. hyalinata* na cultura da abóbora (MELO *et al.*, 2011).

O ciclo de desenvolvimento de *T. diatraeae* ocorre em cerca de 20 dias à 25°C, 75% de UR e fotoperíodo de 12/12 quando utilizadas pupas de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) como hospedeiro alternativo (BOURNIER, 1975).

Após a emergência dos adultos, a fêmea usando seu aparelho bucal que possui denticulos mandibulares maiores e músculos mandibulares mais fortes em comparação com os dos machos, perfuram a nova pupa hospedeira uma única vez, possibilitando o parasitismo e conseqüentemente a produção da geração seguinte (BOURNIER, 1975). Para que ocorra a emergência dos adultos, as fêmeas perfuraram a pupa para permitir a saída e, se só houver apenas machos, estes não conseguiram sair e morrerão dentro da pupa hospedeira (BOURNIER, 1975).

Em relação aos aspectos taxonômicos e biológicos, *T. diatraeae* apresentam ovos com tamanho médio de 0,2 mm de comprimento e são hialinos, durando em torno de 24 horas para eclosão (PARON, 1999). As larvas completam todo seu desenvolvimento em

aproximadamente 8 dias, atingindo em média 2,5 cm de comprimento. O período correspondente às fases de pré-pupa e pupa duram de 9 a 10 dias, respectivamente, fechando esse ciclo em torno de 20 dias (PARON, 1999). Os adultos apresentam coloração castanho amarelado com fêmeas apresentando a inserção das antenas na parte central da cabeça e os machos lateralmente. A forma do abdome das fêmeas é arredondada e nos machos é mais estreito (PARON, 1999).

2.4 Densidade de parasitoides x tempo de exposição

A densidade de parasitoides e o tempo de exposição ao hospedeiro afetam parâmetros biológicos importantes dentro do manejo a ser realizado no campo e também para criação massal em laboratório, como a proporção sexual (FAVERO *et al.*, 2013), a capacidade de parasitismo, a produção da progênie (SAGARRA *et al.*, 2000) e a longevidade dos adultos (SILVA-TORRES & MATTHEWS, 2003). Logo, é de fundamental importância conhecer e determinar a densidade das fêmeas parasitoides e o tempo de contato com o hospedeiro visando garantir o parasitismo e sua qualidade (COSTA *et al.*, 2014). De forma que, altas densidades de parasitoides podem proporcionar superparasitismo desfavorecendo o desenvolvimento dos imaturos por causar competição elevada por alimento (CARON *et al.*, 2010). Da mesma forma que se a relação entre densidade e tempo de exposição do hospedeiro for muito baixa, poderá causar deficiências na eficiência dos parasitoides, afetando o desempenho dos mesmos (PARRA, 1997).

O insucesso de algumas liberações de parasitoides no controle de pragas pode ser consequência da proporção inadequada de fêmeas em relação à densidade de hospedeiros (PARON *et al.*, 1998). Uma vez que a densidade de fêmeas parasitoides influencia também na supressão da defesa celular do hospedeiro (ANDRADE *et al.*, 2010).

A necessidade de determinação da densidade ideal de fêmeas no parasitismo de pupas do hospedeiro permite o aumento da produção dos descendentes proporcionando indivíduos com qualidade próxima dos nativos (PEREIRA *et al.*, 2010). Dentro dos objetivos dos programas de controle biológico aplicado, um dos principais é a produção de fêmeas parasitoides pois, quanto mais elevado for esse número, maior será a redução no custo da criação e com o controle (MONTROYA *et al.*, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, em condições controladas ($25 \pm 3^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h). As pupas de *P. xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e os adultos de *T. diatraeae* utilizadas nos ensaios foram provenientes de criações mantidas no LEA.

3.1 Criação *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Para o estabelecimento da criação de *P. xylostella*, realizou-se coleta de lagartas e pupas em plantações de brássicas na região da Serra da Ibiapaba, Ceará. A metodologia de criação utilizada foi adaptada de Barros et al. (1998). As lagartas foram mantidas em folhas até transformarem-se em pupas. As pupas (coletadas no campo ou formadas) foram acondicionadas em gaiolas plásticas (60,0 x 60,0 cm) e, após a emergência dos adultos, foram adicionadas folhas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e/ou couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) para servir de substrato de oviposição. As folhas foram substituídas a cada 48 horas e, para a alimentação dos adultos, foi fornecida uma solução aquosa de mel a 10% em chumaço de algodão. As folhas contendo ovos foram mantidas em bandejas plásticas (10 x 20 x 30 cm) juntamente com folhas novas de couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) que serviram para a alimentação das lagartas neonatas. A troca das folhas foi feita de acordo com a necessidade, até que as larvas atingissem a fase de pupa, sendo essas pupas transferidas, com auxílio de pincel, para tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) fechados com filme plástico PVC[®], permanecendo até a fase adulta, dando continuidade ao ciclo de criação.

3.2 *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

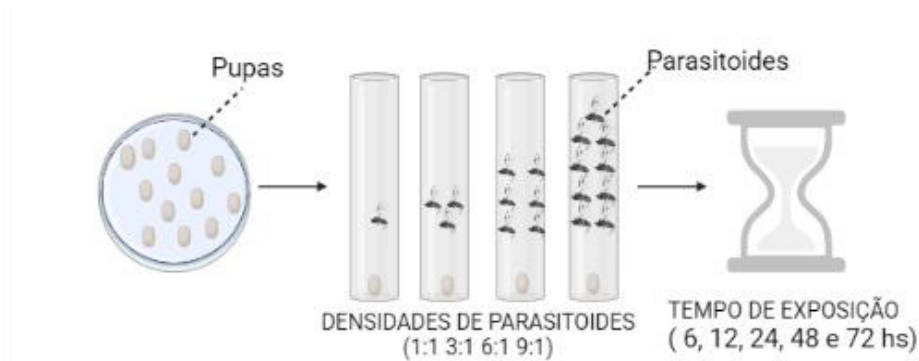
Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) vedados com filme plástico PVC[®], contendo gotículas de mel puro distribuídas nas paredes dos tubos que serviram como alimento. A manutenção da criação consistiu no fornecimento de pupas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e/ou de *T. molitor* com idade de 24 a 48 horas, sendo expostas ao parasitismo por um período de 48 horas. Após isso, as pupas foram individualizadas e mantidas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h até a emergência dos adultos.

3.3 Desenvolvimento experimental

Pupas de *P. xylostella* (com casulo), com até 24 h de idade, foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae* por 6, 12, 24, 48 e 72 horas, nas densidades 1:1, 1:3, 1:6 e 1:9 (pupa/parasitoides) (Figura 1). Os parasitoides e as pupas foram acondicionados em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) e mantidos em câmara climatizada à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (5 tempos x 4 densidades) com cinco repetições, sendo cada repetição considerada um conjunto de três pupas. A porcentagem de parasitismo [(Número de pupas parasitadas/número total de pupas)], a emergência de adultos parasitoides [(Número de pupas escuras com orifício/número total de pupas parasitadas)], o número de parasitoides emergidos [(Número de parasitoides emergidos/número total de pupas parasitadas), a longevidade de fêmeas (dias) e a razão sexual [Número de fêmeas emergidas/(Número de fêmeas + machos)] foram os parâmetros avaliados.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias paramétricos de Bartlett e, atendendo aos pressupostos, foram submetidos à ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software Statistical Analysis System (SAS 9.0). Os dados de percentual de emergência foram transformados para raiz quadrada de $y + 0,5$.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 1 - Pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) fornecidas às fêmeas adultas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes densidades e sob diferentes tempos de exposição ao parasitismo.

4 RESULTADOS

O percentual de parasitismo foi afetado apenas pela densidade de fêmeas e, foi observado maior percentual (86%) quando a pupa de *P. xylostella* foi exposta a nove fêmeas de *T. diatraeae* (Tabela 1). O maior parasitismo foi observado quando 6 a 9 fêmeas por pupa foram mantidas por cerca de 48 horas de exposição (Figura 2).

A emergência de adultos de *T. diatraeae* foi maior quando a pupa foi exposta a uma fêmea do parasitoide por 72 horas ($p= 0,03$), alcançando 53% (Tabela 1). Não houve emergência dos parasitoides nos tratamentos com 3 fêmeas por 24 horas e, com seis fêmeas por 6 e 72 horas (Tabela 1; Figura 2).

O número de parasitoides emergidos não apresentou diferenças significativas em função do tempo e das densidades avaliadas ($p> 0,05$) (Tabela 1; Figura 2).

A longevidade de fêmeas de *T. diatraeae* emergidos das pupas de *P. xylostella* foi maior quando utilizou-se a densidade 1:3 por 12 e 72 horas, alcançando sobrevivência média de 6,5 dias (Tabela 1; Figura 2).

A razão sexual variou de 0,87 a 1,0 (Figura 2) com diferença significativa apenas na densidade 6:1 (Tabela 1).

Tabela 1 - Parasitismo ($\mu \pm EP$), emergência ($\mu \pm EP$), número de parasitoides emergidos ($\mu \pm EP$), longevidade de adultos (μ dias $\pm EP$) e razão sexual ($\mu \pm EP$) de *Trichospillus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) expostos à pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae)

Densidade	Tempo				
	6	12	24	48	72
Parasitismo ($\mu \pm EP$) (Interação^{ns}; tempo^{ns}; densidade^{p≤0,05})					
1	0,60 ± 0,12	0,67 ± 0,01	0,66 ± 0,18	0,60 ± 0,19	0,73 ± 0,12
3	0,60 ± 0,06	0,73 ± 0,12	0,80 ± 0,08	0,73 ± 0,06	0,66 ± 0,14
6	0,80 ± 0,08	0,80 ± 0,08	0,73 ± 0,12	0,86 ± 0,08	0,73 ± 0,06
9	0,86 ± 0,08	0,80 ± 0,13	0,80 ± 0,13	0,86 ± 0,08	0,86 ± 0,08
Emergência ($\mu \pm EP$) (Interação^{p≤0,05})					
1	0,10 ± 0,1 bA	0,40 ± 0,1 aA	0,20 ± 0,12 abAB	0,20 ± 0,12 abA	0,53 ± 0,03 aA
3	0,10 ± 0,1 aA	0,26 ± 0,11 aA	0,0 bB	0,17 ± 0,10 aA	0,20 ± 0,12 aA
6	0,00 bA	0,40 ± 0,04 aA	0,36 ± 0,09 aA	0,13 ± 0,08 abA	0,0 bB
9	0,10 ± 0,1 aA	0,30 ± 0,08 aA	0,23 ± 0,1 aA	0,20 ± 0,08 aA	0,13 ± 0,08 aB
Número de parasitoides emergidos ($\mu \pm EP$) (Interação^{ns}; tempo^{ns}; densidade^{ns})					
1	-	9,00 ± 1,77	7,52 ± 1,06	6,00 ± 1,41	6,00 ± 2,12
3	-	9,00 ± 2,78	-	5,00 ± 2,12	11,00 ± 4,94
6	-	8,00 ± 2,53	7,00 ± 3,34	12,52 ± 0,35	-
9	-	12,31 ± 2,95	5,02 ± 0,5	5,00 ± 1,32	8,00 ± 2,82
Longevidade de fêmeas (μ dias $\pm EP$) (Interação^{p≤0,05})					
1	-	5,84 ± 0,75	4,61 ± 0,33	6,00 ± 0,30	5,21 ± 0,36
3	-	6,82 ± 0,28	-	5,82 ± 0,25	6,82 ± 0,11
6	-	5,46 ± 0,34	4,63 ± 0,46	5,34 ± 0,42	-
9	-	6,00 ± 0,32	5,32 ± 0,27	4,81 ± 0,43	5,66 ± 0,21
Razão sexual (μ dias $\pm EP$) (Interação^{ns}; tempo^{ns}; densidade^{p≤0,04})					
1	-	0,97 ± 0,01	0,93 ± 0,05	1,00 ± 0,0	0,90 ± 0,06
3	-	1,00 ± 0,0	-	1,00 ± 0,0	1,00 ± 0,0
6	-	0,87 ± 0,09	0,90 ± 0,06	0,83 ± 0,10	-
9	-	0,91 ± 0,06	1,00 ± 0,0	0,91 ± 0,06	1,00 ± 0,0

-: Não foi possível analisar devido a falta de amostras suficientes. Dados de emergência transformados para raiz quadrada de $(Y + 0.5)$ ajustando-se a ANOVA. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

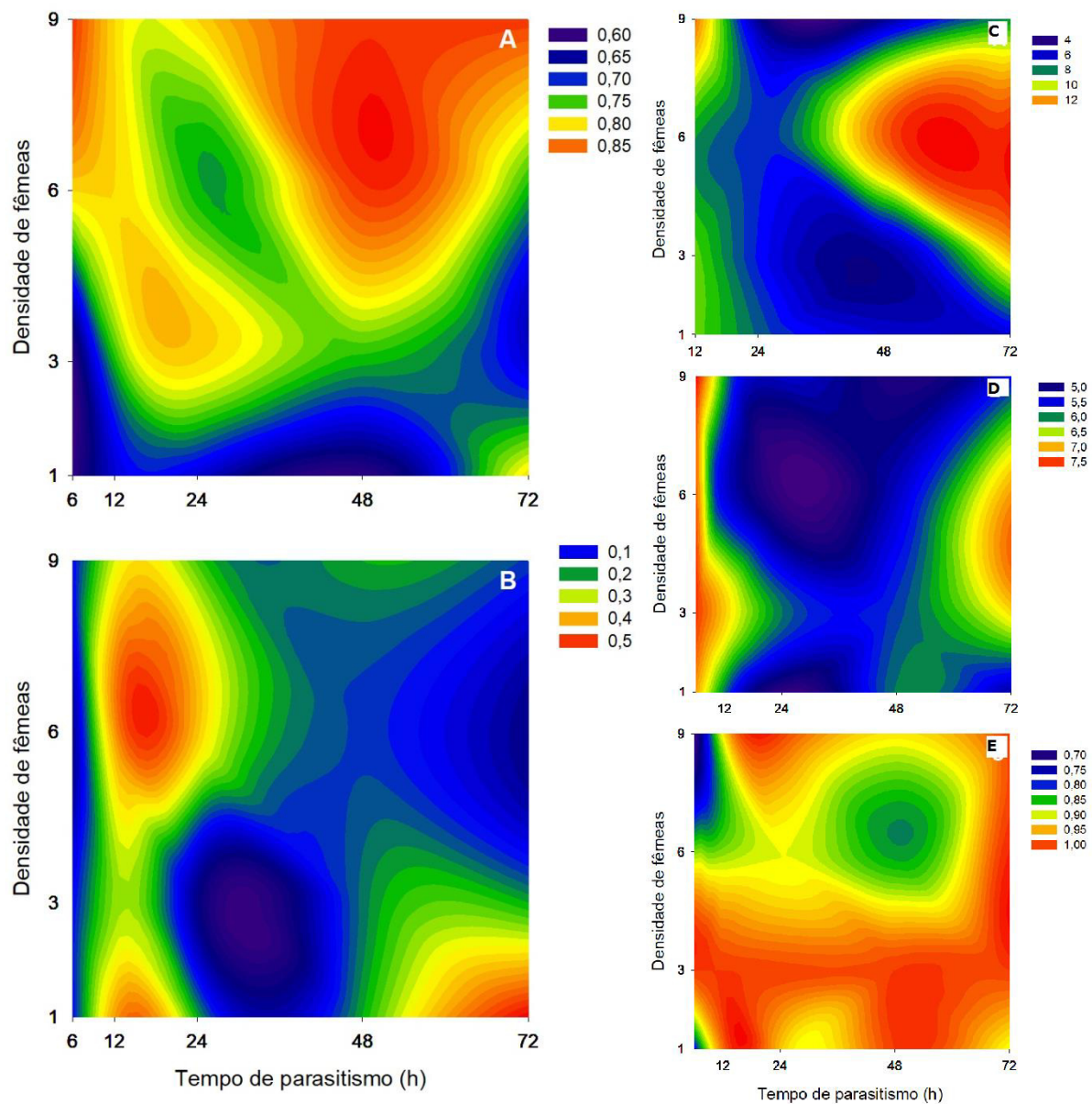


Figura 2 - A) Parasitismo (%); B) Emergência (%); C) Número de parasitoides emergidos; D) Longevidade de fêmeas (dias) e; E) Razão sexual de *Trichospillus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) expostos à pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae).

5 DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que maiores densidades de fêmeas parasitoides promovem aumento no percentual de parasitismo, demonstrando a importância de se conhecer a relação da proporção adequada entre parasitoide-hospedeiro para o sucesso da criação massal ou liberação em campo visando o controle do praga-alvo. Parasitoides liberados em densidades inferiores à quantidade adequada podem não responder de forma suficiente uma vez que poderá ocorrer neutralização do desenvolvimento do parasitoide em função da ação imunológica do hospedeiro (SCHMID-HEMPEL, 2005; ANDRADE *et al.*, 2010). A

proporção adequada da densidade é variável, diferindo de acordo com o hospedeiro, como por exemplo, em pupas de *S. frugiperda* foi observado parasitismo superior a 95% quando expostas às fêmeas de *T. diatraeae* por 24 h na proporção 1:1 (PARON & BERTI-FILHO, 2000). O parasitismo de *T. diatraeae* com 72 horas de idade em pupas de *P. xylostella* na densidade 1:1 e exposição ao parasitismo por 24 horas foi, em média de 10% (TIAGO, 2019) em contraste ao observado nesse trabalho em que a taxa de parasitismo foi de 65% na mesma densidade. Essa diferença pode estar relacionada a idade do parasitoide, uma vez que foram utilizados parasitoides com idades diferentes, onde o autor usou idade de 72h e no presente trabalho com 24h. Quando se utiliza proporções de parasitoides superiores a adequada para aquele determinado hospedeiro, pode ocorrer competição pelos recursos nutricionais disponíveis devido ao superparasitismo e, da mesma forma, quando essa proporção é inferior, o hospedeiro tem maior chance de defesa, podendo encapsular o ovo do parasitoide (ANDRADE *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2018). O superparasitismo é definido como a oviposição de um ou mais ovos em um mesmo hospedeiro já parasitado por uma fêmea parasitoide da mesma espécie (PEREIRA *et al.*, 2017).

Algumas espécies parasitoides tem a capacidade de ajustar a quantidade e o sexo dos descendentes considerando o número de fêmeas genitoras e a disponibilidade de hospedeiro (GODFRAY, 1994; BURTON-CHELLEW *et al.*, 2008). Neste estudo, com base nos resultados obtidos de emergência e, considerando o conhecimento sobre o comportamento dos parasitoides, pode-se inferir que a fêmea foi capaz de ajustar sua progênie na densidade 1:1 e exposição de 72 h, pois esperava-se uma tendência de redução da emergência com aumento do tempo de exposição. Apesar de não ter sido observado influência no número de parasitoides emergidos, houve redução da emergência com aumento da densidade do parasitoide sugerindo assim o superparasitismo, pois o hospedeiro pode desenvolver estratégias de defesa celular e reações como o encapsulamento e melanização de ovos endoparasitoides (ANDRADE *et al.*, 2010). Além dessa hipótese, o superparasitismo pode proporcionar competição por alimento, o que não permitiu o desenvolvimento completo dos descendentes. Essa característica de superparasitismo pode ocorrer uma vez que o parasitoide tenta sempre superar a imunidade do hospedeiro (SAGARRA *et al.*, 2000) e, essa superação é essencial para a sobrevivência de himenópteros endoparasitários (WEBB & LUCKHART, 1996).

A capacidade de sobrevivência dos descendentes apresentou interação entre os fatores densidade e tempo de exposição, sendo alcançada maior longevidade média quando se utilizou a proporção de três parasitoides por pupa hospedeira. A longevidade é influenciada

por vários fatores como alimentação, condições ambientais e o gasto de energia durante a cópula e a oviposição (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 1998). Ao observar os valores obtidos percebe-se que são inferiores aos já relatados em trabalhos com *T. diatraeae* em outros hospedeiros. Para pupas de *D. saccharalis* parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* nas densidades 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 35:1 a longevidade média das fêmeas foi de 19,5 dias (GRANCE, 2010). No hospedeiro *O. invirae* na densidade 30:1, a longevidade média dos parasitoides emergidos foi de 9,5 dias e, em *B. sophorae* foi de 9,7 dias (RIBEIRO *et al.*, 2019). A longevidade das fêmeas da geração F1 de *T. diatraeae* em pupas de *A. gemmatalis*, ambos com 0-24 horas de idade em densidade de 10:1 (pupa/hospedeiro) foi de aproximadamente 15 dias (PASTORI *et al.*, 2012). Essas diferenças indicam uma possível relação direta com a qualidade nutricional do hospedeiro interferindo na sobrevivência dos adultos. Os resultados ratificam assim a necessidade de determinar a proporção adequada de parasitoides/hospedeiros para assegurar uma maior longevidade dos descendentes (GODFRAY, 1995). Uma vez que esse fator é também importante para permitir que os parasitoides sejam liberados em quantidade suficiente para encontrar seus hospedeiros (ROITBERG *et al.*, 2001; HARVEY *et al.*, 2004)

Os descendentes de *T. diatraeae* apresentaram razão sexual variável apenas em função das densidades avaliadas e, essa variação é dependente de alguns fatores relevantes já relatados, dentre esses, o tamanho do hospedeiro (ZAVIEZO & MILLS, 2000) e o ajuste de seus descendentes (GODFRAY, 1994). Os resultados indicam proporção de fêmeas superior à de machos e, isso é comum dentro da família Eulophidae, sendo portanto, uma característica (PEREIRA *et al.*, 2010). Resultados apresentados confirmam essa hipótese, pois a mesma proporção equivalente a 0,95 fêmeas na densidade 1:1 (parasitoide:hospedeiro) também foi encontrada quando avaliou-se *T. diatraeae* em pupas de *P. xylostella* (TIAGO, 2019). Outros parasitoides Eulophidae como *P. elaeisis* em pupas de *T. molitor* apresenta descendência na proporção de 0,94 fêmeas (ZANUNCIO *et al.*, 2008). A descendência de *T. howardi* apresenta razão sexual de 0,93 em pupas de *D. saccharalis* (COSTA *et al.*, 2014) e descendentes de *T. diatraeae* apresentam razão sexual de 0,95 e de 0,97 em pupas de *O. invirae* e de *B. sophorae*, respectivamente (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos indicam características positivas do desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *P. xylostella*. Os resultados, portanto, são promissores e abrem perspectivas para novos estudos visando o controle dessa praga em campo visto que este parasitoide manteve desempenho satisfatório, com parasitismo sempre acima de 65%. Porém, para criação massal em laboratório esse hospedeiro não apresentou características

satisfatórias, uma vez a taxa de emergência não foi tão elevada, ainda devemos considerar que o tamanho da pupa é relativamente pequeno, e além disso o casulo que envolve as pupas seria uma barreira a ser vencida pelos parasitoides.

5 CONCLUSÕES

Trichospillus diatreae tem capacidade de se desenvolver e parasitar pupas de *P. xylostella* sendo a maior taxa de parasitismo atingida na densidade de nove fêmeas por pupa.

O tempo de exposição das pupas e as densidades avaliadas não interferiram na quantidade dos parasitoides emergidos.

A sobrevivência das fêmeas parasitoides emergidas foi de aproximadamente 6,5 dias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da dificuldade de desenvolvimento de estratégias de manejo para o controle de pragas agrícolas, uma vez que a utilização de produtos químicos quando utilizados de forma isolada gera grandes impactos negativos ao ambiente e ao produtor, é importante o desenvolvimento de pesquisas que consigam demonstrar novas alternativas para se trabalhar no campo. Esse trabalho nos mostra que o *Trichospillus diatraeae* tem potencial de ser inserido dentro do manejo integrado de pragas para o controle da principal praga das culturas das brássicas, a traça-das-crucíferas.

É sempre um grande desafio trabalhar com organismos vivos, pois à influência de muitas variáveis interfere no resultado, porém é necessário o incentivo de pesquisas relacionados a esse assunto, pois ele é uma das alternativas que irá permitir a redução dos danos causados no ecossistema, permitindo assim, o aumento da produtividade.

Fazer parte de pesquisas científicas ao longo da minha graduação me permitiu enriquecer meus conhecimentos, e a oportunidade de possuir bolsa de iniciação científica me incentivou ainda mais a participar efetivamente do laboratório, me envolvendo com outros projetos, os quais, em conjunto, deram contribuições relevantes para a sociedade.

O Laboratório de Entomologia Aplicada, a qual faço parte, me possibilitou ter a vivência diária com os estudantes de pós-graduação e isso foi muito positivo para meu desenvolvimento profissional, uma vez que essas pessoas já tem uma experiência maior no contexto científico, havendo assim uma troca de conhecimentos bastante relevante e positiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. B.; MORAES, S. A. Quantificação de inóculos de patógenos de insetos, in: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 765-777.
- ANDRADE, G. S.; SERRAO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **Plos One**, v. 5, p. 1-7, 2010.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 68 p. 2015.
- BADENES-PEREZ, F. R.; SHELTON, A. M.; NAULT, B. A. Evaluating trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1365-1372, 2004.
- BARBOSA, M. G. **Estratégias no manejo de resistência de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): Rotação de inseticidas e controle biológico com parasitoide**. 2019. 108p. Tese (Doutorado em Agronomia Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BARROS, R. **Efeito de cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) na biologia da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879**. 98 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, p. 45-50, 2005.
- BOUCEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterelia* (Hymenoptera, Eulophidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 65, p. 669-681, 1976.
- BOURNIER, J.P. Sur la reproduction parthenogenetique de *Trichospilus diatraeae* Cher. et Margab. (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v. 80, p. 116-118, 1975.
- BURTON-CHELLEW, M. N.; KOEVOETS, T.; GRILLENBERGER, B. K.; SYKES, E. M.; UNDERWOOD, S. L.; BIJLSMA, K.; GADAU J.; ZANDE, L. V.; BEUKEBOOM, L. W.; WEST, S. A.; SHUKER, D. M. Facultative sex ratio adjustment in natural populations of wasps: cues of local mate competition and the precision of adaptation. **The American Naturalist**, v. 172, p. 393-404, 2008.
- CAPINERA, J.L. **Handbook of Vegetable Pests**. Academic Press, New York, 2001.729p.
- CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 15p. (Circular Técnica, 35).
- CARON, V.; MYERS, J. H.; GILLESPIE, D. R. The failure to discriminate: Superparasitism

of *Trichoplusia ni* Hübner by a generalist tachinid parasitoid. **Bulletin of Entomological Research**, v. 100, p. 255-261, 2010.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 549-552, 2003.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS G. L. **Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artropódes de importância econômica**. Embrapa Hortaliças - Circular Técnica, 1997. 4 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 4).

CHEN, R. X.; ZHANG, F.; HUANGFU, W. G.; YAO, H. Y.; ZHOU, J. B.; KUHLMANN, U. Reproductive attributes of the eulophid *Oomyzus sokolowskii*, a biological control agent of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 18, p. 753-765, 2008.

CORREA, C. V.; CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. D. T. R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p. 2129-2138, 2013.

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; FAVERO, K.; BARBOSA, R. H. Reprodução de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis* de diferentes idades. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 57, p. 67-71, 2014.

DELVARE, G. 2004. The taxonomic status and role of Hymenoptera in biological control of DBM, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). In *Improving Biocontrol of Plutella xylostella*. **Proceedings of the International Symposium**, 2004, ed. AA Kirk, D Bordat, pp. 17-49. Montpellier, France: CIRAD.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 553-556, 2004.

FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; DE OLIVEIRA, H. N.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) are influenced by the number of females exposed per pupa of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Florida Entomologist**, v. 96, p. 583-589, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Novo manual de olericultura. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2012. 421 p.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 517-541, 2013.

GODFRAY, H. C. J. Evolutionary theory of parent-offspring conflict. **Nature**, v. 376, n. 6536, p. 133-138, 1995.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1994, 488 p.

GODIN, C. & BOIVIN, G. Lepidopterous pests of Brassica crops and their parasitoids in southwestern Quebec. **Environmental Entomology**, v.27, p.1157-1165, 1998.

GRANCE, E.L.V. 2010. **Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.** 53p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

GRZYWACZ, D.; ROSSBACH, A.; RAUF, A.; RUSSELL, D. A.; SRINIVASAN, R.; SHELTON, A. M. Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. **Crop Protection**, v. 29, p. 68-79, 2010.

HARVEY, J. A., BEZEMER, T. M., ELZINGA, J. A., & STRAND, M. R. Development of the solitary endoparasitoid *Microplitis demolitor*: host quality does not increase with host age and size. **Ecological Entomology**, v. 29, n. 1, p. 35-43, 2004.

IMENES, S. D. L.; DE CAMPOS, T. B.; RODRIGUES NETTO, S. M.; BERGMANN, E. C. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em cultivo orgânico de repolho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, p. 81-84, 2002.

IRAC-BR. **Traça-das-crucíferas consegue detectar a presença de inseticidas na planta.** 2016. Disponível em: <https://www.ira-br.org/single-post/2016/03/30/tra%C3%A7adascruc%C3%ADferas-consegue-detectar-a-presen%C3%A7a-de-inseticidas-na-planta>. Acesso em: 11 de Jun de 2021.

JUSTUS, K. A.; DOSDALL, L. M.; MITCHELL, B. K. Oviposition by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and effect of phylloplane waxiness. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 1152-1159, 2000.

MAGALHÃES, G. O.; VACARI, A. M.; LAURENTIS, V. L.; DE BORTOLI, S. A.; POLANCZYK, R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* bioinsecticides and the predatory stink bug *Podisus nigrispinus* to control *Plutella xylostella*. **Journal of Applied Entomology**, v. 139, p. 123-133, 2015.

MEDEIROS, P. T.; FERREIRA, M. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1145-1148, 2005.

MELO, R.A C.; MADEIRA, N. R.; LIMA, C. E. P. **Produção de brássicas em sistema de plantio direto.** Embrapa Hortaliças (INFOTECA-E), 2016. 16p. (Circular Técnica, 151).

MELO, R.L.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; TAVARES, M.; MILANEZ, A.M.; MELO, D.F. Ocorrência de *Trichospilus diatraeae* (Hym.: Eulophidae) em broca-das-cucurbitáceas, no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 228-230, 2011.

MONNERAT, R. G.; KIRK, A. A.; BORDAT, D. Biology of *Diadema* sp. (Hym., Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) from Reunion Island. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 271-274, 2002.

MONTOYA, P.; CANCINO, J.; LACHAUD, G.P.; LIEDO, P. Host size, superparasitism and

sex ratio in mass-reared *Diachasmimorpha longicaudata*, a fruit fly parasitoid. **Bio Control**, v. 56, p. 11-17, 2011.

NOYES, J.S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2003. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>. Acesso em 03 de jun 2021.

OLIVEIRA, F. A. L.; SILVA, R. O.; OLIVEIRA, N. R. X.; ANDRADE, G. S.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; COUTINHO, C. R.; PASTORI, P. L. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) with different densities and parasitism periods in *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) pupae. **Folia Biologica (Kraków)**, v. 66, p. 103-110, 2018.

OLIVEIRA, H. N.; ÁVILA, C. J. **Controle biológico de pragas no Centro-Oeste brasileiro**. Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2010.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUNA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S. & ANDRADE, G.A. **Incidência de danos da broca-do-fruto-da-graviola no Distrito Federal**. Embrapa Cerrados-Circular Técnica, 2001. 5p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 51).

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 585-591, 1998.

PARON, M. J. F. O.; CIOCIOLA, AMÉRICO I.; CRUZ, I. Resposta de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a diferentes densidades de ovos do hospedeiro natural, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 427-433, 1998.

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de pupas de Lepidoptera**. 72p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PARON, M. R.; BERTI-FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agricola**, v. 57, p. 355-358, 2000.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: Terminologia. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 1-16, 2002.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (eds.). **Trichogramma e o controle aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. Cap. 4, p.121-150.

PASTORI, P. L.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, R. O.; PEREIRA, F. F.; AZAMBUJA, R.; PEREIRA, J. M. M. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em Pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em Relação à Idade do Parasitoide e Hospedeiro. **EntomoBrasilis**, v. 5, p. 37-42, 2012.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 231-236, 2004.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, T. V.; PRATISSOLI, D.; PASTORI, P. L. The density of females of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 323-331, 2010.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; TAVARES, M.T.; PASTORI, P.L.; JACQUES, G.C. New record of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) in Brazil. **Phytoparasitica**, v. 36, p. 304-306, 2008.

PEREIRA, K. D.; GUEDES, N. M. P.; SERRAO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. Superparasitism, immune response and optimum progeny yield in the gregarious parasitoid *Palmistichus elaeisis*. **Pest Management Science**, v. 73, p. 1101-1109, 2017.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. S.; PINON, T. B. M.; ANDRADE, G. S. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), in eggs of two alternative hosts. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 523-529, 2005.

RIBEIRO, R. C.; PIKART, T. G.; FOUAD, H. A.; PARREIRA, M. C.; ZANUNCIO, J. C.; SOARES, M. A.; CASTRO, V. R. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): development and reproduction in Lepidoptera palm oil pests. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 377-382, 2019.

RODRIGUES, M. A. T. 2010. **Exigências térmicas e hídricas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 52p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

ROITBERG, B. D.; BOIVIN, G.; VET, L. E. M. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. **The Canadian Entomologist**, v. 133, p. 429-438, 2001.

SAGARRA, L. A.; VINCENT, C.; STEWART, R. K. Mutual interference among female *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) and its impact on fecundity, progeny production and sex ratio. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 239-244, 2000.

SARFRAZ, M.; KEDDIE, A. B.; DOSDALL, L. M. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. **Biocontrol Science and Technology**, v. 15, p. 763-789, 2005.

SCHMID-HEMPEL, P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 529-551, 2005.

SHI, Z. H.; LIU, S. S.; LI, Y. X. *Cotesia plutellae* parasitizing *Plutella xylostella*: host-age dependent parasitism and its effect on host development and food consumption. **BioControl**,

v. 47, p. 499-511, 2002.

SILVA, I. M.; ZANUNCIO, T. V.; PEREIRA, J. M.; WILCKEN, C. F.; PEREIRA, F. F.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Density of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) Parasitizing *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) Pupae. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, p. 826-831, 2014.

SILVA, R. M. **Bioatividade de extrato etanólico de espécies de Rubiaceae sobre gerações de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2018. 45f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. 2018.

SILVA-TORRES, C. S. A.; MATTHEWS, R. W. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 645-651, 2003.

TALEKAR, N. S.; LIU, S.; CHEN, C.; YIIN, Y. Characteristics of oviposition of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cabbage. **Zoological Studies**, v. 33, p. 72-77, 1994.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, v. 38, p. 275-301, 1993.

TIAGO, E. F. **Biologia comparada de *Tetrastichus howardi*, *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2019. 93p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

VICKERS, R. A.; FURLONG, M. J.; WHITE, A.; PELL, J. K. Initiation of fungal epizootics in diamondback moth populations within a large field cage: Proof of concept for auto-dissemination. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 111, p. 7-17, 2004.

WANG X.; LI X.; SHEN A.; WU Y. Baseline susceptibility of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to chlorantraniliprole in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, p. 843-848, 2010.

WEBB, B. A.; LUCKHART, S. Factors mediating short-and long-term immune suppression in a parasitized insect. **Journal of Insect Physiology**, v. 42, p. 33-40, 1996.

XU, Y. Y.; LIU, T. X.; LEIBEE, G. L.; JONES, W. A. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, p. 713-723, 2004.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; DACOSTA, R. R.; SOLIMAN, E. P. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica**, v. 38, p. 355-357, 2010.

ZACHÉ, B.; ZACHE, R. R. C.; WILCKEN, C. F. Diferentes densidades de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) e seu desenvolvimento sobre pupas de *Thyrintina*

arnobia (Lepidoptera: Geometridae). **Bol. Sanidad Vegetal Plagas**, v. 37, p. 187-193, 2011.

ZACHRISSON, B.; PARRA, J. R. P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 133-137, 1998.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, p. 1115-1129, 2012.

ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, F. F.; JACQUES, G. C.; TAVARES, M. T.; SERRÃO, J. E. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 62, p. 64-66, 2008.

ZAVIEZO, T.; MILLS, N. Factors influencing the evolution of clutch size in a gregarious insect parasitoid. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, p. 1047-1057, 2000.