Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

BIOLOGIA COMPARADA de *Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS E PUPAS DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Elison Floriano Tiago

Dourados-MS
(Mar/2019)

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Elison Floriano Tiago

BIOLOGIA COMPARADA de *Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS E PUPAS DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador (a): Fabricio Fagundes Pereira

Dourados-MS
(Mar/2019)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

T551b Tiago, Elison Floriano

Biologia comparada de Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae e Palmistichus elaeisis (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) [recurso eletrônico] / Elison Floriano Tiago. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em: https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Eulofídeos. 2. Eficiência biológica. 3. Traça-das-crufíferas. I. Pereira, Fabricio Fagundes. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

"BIOLOGIA COMPARADA DE *Tetrastichus howardi*, *Trichospilus diatraeae* E *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS E PUPAS DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)".

Por

ELISON FLORIANO TIAGO

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador/Presidente - UFGD

Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular - UFGD

Dr.ª Winnie Cezario Fernandes
Membro Titular

Dr.ª Ivana Fernandes da Silva
Membro Titular - UFGD

Dr. Patrik Luiz Pastori
Membro Titular - UFC

Dr.ª Cácia Leila Tigre Pereira Viana
Membro Titular - Unigran

Aprovada em: 08 de março de 2019.

BIOGRAFIA

ELISON FLORIANO TIAGO, filho de Floriano Tiago e Leda Mamede, nasceu na Aldeia Água Branca, cidade de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil, no dia 28 de novembro de 1983, da etnia Terena.

Estudou na Escola Francisco Farias da Aldeia Água Branca (1ª a 4ª Série), na Escola Marcolino Lili da Aldeia Lagoinha, cursou 5ª e 6ª Séries no período de 1993 a 1994. Na Escola General Rondon, da Aldeia Bananal, cursou a 7ª e 8ª Séries, além de concluir o Ensino Médio no período de 1995 a 2003.

No ano de 2004, ingressou no Curso de Engenharia Agronômica, no Campus de Aquidauana da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – (UEMS). Em 2005, serviu ao Exército Brasileiro. Em 2006, retornou a Universidade formando-se em 2010. Por nove meses, trabalhou na Usina São Fernando. E em 2012 ingressou no curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, na Universidade Federal da Grande Dourados UFGD, em 2015 ingressou no curso de doutorado na mesma instituição.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção concedida.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pela oportunidade de realizar os cursos de Mestrado e de Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo auxílio da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira, pela orientação, amizade, atenção, confiança, pela compreensão e incentivo. E o meu profundo respeito e gratidão, que sempre serão poucos diante do que nos foi oferecido.

Aos Professores do Curso de Programa de Conservação da Biodiversidade Pós-Graduação em Entomologia pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus pais Floriano Tiago e Leda Mamede Jerônimo. A vocês, que me deram vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, pelo afeto, dedicação, coragem e carinho. A vocês, que se doaram por inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que muitas vezes, pudessem realizar os meus. A vocês, meus pais por natureza, por opção e amor, não bastaria dizer, que não tenho palavras para agradecer tudo. Não bastaria um muito obrigado.

Aos meus irmãos e minhas irmãs Edson, Estevinho, Gilson, Rute, Norma, Bastiana, Eloiza e Elizabeth

Aos atuais e ex-colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da UFGD, pelo convívio e companheirismo, pela amizade que foi construída ao longo dos anos, agradeço a todos pela ajuda concedida; aos colegas Winnie, Willian Augusto, Flavio, Leticia, Thamila e ao Julio.

Ao Carlos Reinier Garcia Cardoso pela confecção dos abstracts.

Agradeço a todos, que de uma maneira ou de outra me ajudaram a chegar até aqui, o meu muito obrigado (*Ainapo`yakoe*). Valeu!! Deus seja louvado.

Ao nosso senhor Jesus Cristo pela benção.

Dedico

Primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui

Aos meus pais Floriano Tiago e Leda Mamede Jeronimo por ter proporcionado a vida

A minha namorada Edinalva Ferreira Silvério

Ao povo Terena

Ao Professor Dr. Fabricio Fabricio Pereira pela dedicação inestimável ao longo dessa jornada.

Obrigado Deus *Ainapo`yakoe Itukooviti*

SUMÁRIO

RESUMO GERAL 10
ABSTRACT.....11
INTRODUÇÃO GERAL.....12
REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....13
OBJETIVO GERAL.....18
HIPÓTESES.....18
REFERÊNCIAS.....19

MANUSCRITO I - Biologia comparada de *Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Resumo.....27
Introdução.....28
Material e Métodos..... .30
Resultados.....33
Discussão.....34
Conclusões.....38
Referências..... 38

MANUSCRITO II - Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes idades e períodos

Resumo.....43
Introdução.....45
Material e Métodos.....46
Resultados.....50
Discussão..... 51
Conclusões.....55
Referências.....56

MANUSCRITO III - Reprodução de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) com diferentes densidades

Resumo.....71
Introdução.....73
Material e Métodos.....74
Resultados.....76
Discussão.....77
Conclusões..... 79
Referências.....1

CONCLUSÕES GERAIS.....92

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....92

ANEXO 1 93

RESUMO GERAL

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em sua fase larval pode trazer danos econômicos para a cultura das Brássicas. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893), *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) e *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) apresentam potencial para serem usados como agentes de controle biológico de vários insetos-praga. O objetivo geral foi comparar a capacidade de *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* parasitarem e se desenvolverem em lagartas e pupas de *P. xylostella*. Especificamente, objetivou-se: comparar as características como parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida, progênie, razão sexual e longevidade de fêmeas e machos de *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* criados em lagartas de 4º instar e em pupas de *P. xylostella.* Determinar o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em lagartas e pupas de *P. xylostella* de diferentes idades. Avaliar o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em larvas de 2º, 3º ou 4º instar e pupas de *P. xylostella* de diferentes idades e por fim avaliar se densidade de lagartas de *P. xylostella* pode comprometer o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*. Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Controle biológico de Insetos (Lecobiol) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS. Como resultado, *Palmistichus elaeisis* não parasitou lagarta de 4º instar e pupa de *P. xylostella*. De maneira geral, *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* parasitaram e se desenvolveram em lagartas de 4º instar e pupa de *P. xylostella*, sendo *Te. howardi* o parasitoide mais eficiente. O parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foi proporcional e linear com o aumento do período de parasitismo de 24 a 96 horas. De maneira geral, a progênie, razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de machos e de fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes quando estes parasitoides foram submetidos a diferentes períodos de exposição de parasitismo. Fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* conseguem parasitar lagarta e emergir na pupa de *P. xylostella*. Em 48 horas uma única fêmea de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* conseguiram parasitar até cinco ou seis lagartas de *P. xylostella*. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento sobre a biologia reprodutiva de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em lagartas e pupas de *P. xylostella*.

Palavras-chave: Eulofídeos, eficiência biológica, traça-das-crufíferas.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) in the larval stage can bring economic damages to the culture of the Brásicas. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893), *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) and *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) present potential to be used as biological control agents for various pest insects. The overall aim was to compare the capacity of *Te. Howardi*, *Tr. diatraeae* and *P. elaeisis* to parasite and develop on caterpillars and pupae of *P. xylostella*. Was compared the biological characteristics (parasitism, emergence, life cycle, progeny, sex ratio and longevity of females and males) of *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* and *P. elaeisis* reared in 4th instar of caterpillars and *P. xylostella* pupae. Was determined the parasitism and development of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* in *P. xylostella* caterpillars and pupae of different ages, and evaluated the parasitism and development of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* in 2nd, 3rd or 4th instar larvae and pupae of *P. xylostella* of different ages and the density of *P. xylostella* caterpillars for compromising parasitism and development of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae.* The experiments were carried out at the Laboratory of Biological Control of Insects (Lecobiol) of the Faculty of Biological and Environmental Sciences (FCBA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados, MS. Palmistichus elaeisis did not parasitize 4th instar caterpillar and P. xylostella pupae. In general, the *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* parasitized and developed in 4th instar caterpillars and *P. xylostella* pupae, being *Te. howardi* the most biologically efficient parasitoid. The parasitism of 4th instar caterpillars of *P. xylostella* by females of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* was proportional and linear with the increase of the parasitism period from 24 to 96 hours. The progeny, sex ratio, life cycle length and longevity of males on females of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* were similar when these parasitoids were submitted to different periods of parasitism exposure. Females of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* can parasite caterpillar and emerge in the pupa of *P. xylostella*. A single female of *Te. howardi* parasitized up to five *P. xylostella* caterpillars in 48 hours. A single female of *Tr. diatraeae* parasitized up to six *P. xylostella* caterpillars in 48 hours. Results obtained in the works of this thesis are unpublished and contribute to the knowledge about the reproductive biology of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* in *P. xylostella* caterpillars and pupae.

Key words: Eulofídeos, biological efficiency, diamondback moth.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Brassica oleracea pertencente à família das Brássicas e pode ser produzida durante o ano inteiro em praticamente todo o Brasil (KANO et al., 2010). Diversos fatores influenciam a produção de brássicas em diferentes regiões produtoras, como à competição com plantas hospedeiras, a sensibilidade aos extremos climáticos, o alto poder reprodutivo, a presença de insetos-praga (SILVA, 2018) e a ausência de inimigos naturais devido ao uso inadequado de inseticidas (COUTO et al., 2016). *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é a principal praga de culturas como repolho e couve (GODIN & BOIVIN, 1998) causando danos econômicos em escala mundial (CHENG et al., 2008).

Dentre os métodos de redução de populações de insetos-prga, destaca-se o controle biológico com o uso de parasitoides (BARBOSA et al., 2008; PERIOTO et., 2002). Insetos endoparasitoides se desenvolvem naturalmente quando na fase jovem dentro de ovos, larvas, pupas ou adultos de outros artrópodes e são responsáveis pelo equilibrio natural de populações de insetos em agroecossitemas (PARRA et al., 2002).

Parasitoides da família Eulophidae ocorrem em regiões tropicais e temperadas do mundo sendo catalogados 297 gêneros, 4472 espécies e 5 subfamílias: Entiinae, Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae e Opheliminae (NOYES, 2003) parasitando ovos, larvas, pupas ou adultos de lepidópteros considerados pragas (GAUTHIER et al., 2000; UBAIDILLAH, 2006; PEREIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2018).

Dentro desse complexo de parasitoides destacam-se *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) (BAITHA et al., 2004; PRASAD et al., 2007; LA SALLE; POLASZEK, 2007; OLIVEIRA et., 2016), *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) que são endoparasitoides, preferencialmente de lepidópteros (PEREIRA et al., 2011; OLIVEIRA et., 2016; BARBOSA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2018; TAVARES et al., 2018).

Diversos fatores devem ser levados em consideração para se implementar um programa de controle biológico aplicado com esses parasitoides, sendo essencial a produção de hospedeiros naturais e alternativos para a sua multiplicação e a seleção de

espécies de parasitoides com elevado potencial biótico para serem capazes de suprimir a população da praga (PEREIRA et al., 2010). Sendo assim, o objetivo dos trabalhos foi comparar características de *Te. howardi, Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* quando criados em larvas ou pupas de *P. xylostella* visando obter informações para elaboração de um programa de controle biológico de *P. xylostella* com as referidas espécies de parasitoides.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

A couve-manteiga *B. oleracea* da família Brassicaceae é uma hortaliça anual arbustiva e no Brasil o seu consumo tem aumentado a cada ano (NOVO et al., 2010). Rica em nutrientes, essa hortaliça é importante na alimentação humana (FILGUEIRA, 2008). Dentre os insetos que atacam essa cultura, destacam-se: pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus**,** 1758) (Hemiptera: Aphididae)*,* curuquerê-da-couve*, Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Peiridae)*,* lagarta-rosca*, Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae)*,* lagarta-mede-palmo, *Trichoplusia ni* (Hueb., 1802) (Lepidoptera: Noctuidae) e a traça-das-crucíferas *P. xylostella* (GALLO, 2002).

Plutella xylostella é considerada a praga de maior importância econômica entre as Brássicas, e este inseto é encontrado em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil (FURLONG et al., 2013). Os prejuízos à cultura podem chegar a 100% de perdas (REDDY et al., 2004) ou reduzir significativamente a produção (CHENG et al., 2008). Seus ovos, geralmente são depositados isoladamente ou em grupos nas concavidades das folhas e tem período de incubação de três a quatro dias. Quando as larvas estão próximas à emergência os ovos tornam-se escurecidos (GUPTA & THORSTEINSON, 1960; CASTELO BRANCO et al., 1997). As larvas apresentam uma coloração verde clara, com a cápsula cefálica de cor parda, medindo aproximadamente de 8 a 10 mm de comprimento e sobre o corpo observa-se pequenas cerdas escuras e esparsas (MOREIRA, 2011).

A fase larval de *P. xylostella* possui quatro ínstares e dependendo das condições favoráveis para o seu desenvolvimento, pode variar 4 a 6 dias de duração, já o período pupal é de 4 a 15 dias. O período entre a oviposição e a emergência dos adultos é de 22 a 33 dias dependendo da temperatura. As pupas ficam no interior de pequenos casulos, possuem uma coloração verde e amarela parda quando estão próximas a emergência. As mariposas são microlepidópteros de coloração parda, são ativas no final da tarde e início da noite quando ocorre o acasalamento, onde a postura tem início logo após a cópula, e uma fêmea pode ovipositar de 11 a 188 ovos por até quatro dias (TALEKAR & SHELTON, 1993).

2.2. *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae)

As primeiras descrições de *Te. howardi* foram na Austrália sendo denominado *Euplectus howardi* a partir de indivíduos emergidos de uma pupa de *Bathytricha truncata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) (BOUCEK, 1988). Amplamente distribuído nas regiões dos hemisférios Afrotropical e Neotropical, *Te. howardi* já foi registrado na Austrália, China, Paquistão, Taiwan, em países da África e da América do Sul (La SALLE e POLASZEK, 2007). Trabalhos foram realizados em Cuba em plantios de cana-de-açúcar com *Te. howardi* para controle de *Diatraeae saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) sendo constatado um parasitismo de 20% (GONZÁLEZ et al., 2003; FELIX et al., 2005).

No estado de Pernambuco, *Te. howardi* foi registrado em pupas de *P. xylostella* .(SILVA-TORRES et al., 2010). No Estado de Mato Grosso do Sul, lagartas e pupas de *D. saccharalis* foram parasitadas por *Te. howardi* em condições de laboratório e campo (VARGAS et al., 2011, PEREIRA et al., 2015). Sua ocorrência natural também foi relatada em pupas de *D. saccharalis*, porém na cultura do milho (CRUZ et al., 2011).

Diversos trabalhos têm sido realizados visando desenvolver técnicas de produção e liberação de *Te. howardi* para controle de pragas da cana como *D. saccharalis* (BARBOSA et al., 2018), do milho, a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (LUCCHETTA, 2016), da soja como *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (FERNANDES, 2018) e brássicas, *P. xylostella* (TIAGO et al., 2018). Especificamente estudos apontam que a idade da pupa

do hospedeiro pode influenciar o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* (COSTA et al., 2013).

A densidade de parasitoides/hospedeiro e o período de exposição ao hospedeiro também podem afetar o parasitismo, progênie, razão sexual, e o ciclo do ovo ao adulto além da longevidade (SAGARRA et al., 2000; BARBOSA et al., 2008; SILVA-TORRES et al., 2010ab), (FOERSTER et al., 2001; CHONG e OETTING, 2006; CHOI et al., 2001; SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003; BARBOSA et al., 2008; SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003).

Neste contexto, obter informações sobre a melhor idade da pupa, densidade de parasitoides e período de parasitismo, bem como sua combinação torna-se essencial para assegurar o maior número e qualidade de indivíduos parasitoides a serem produzidos em laboratório (SILVA et al., 2015; PEREIRA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016; COSTA et al., 2014 a, b; SILVA et al., 2014).

2.3. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Trichospilus diatraeae é um parasitoide polífago, gregário e primário (PARON e BERTI FILHO, 2000). As suas primeiras descrições foram feitas no sul da Índia com exemplares que emergiram de pupas de *Diatraea venosata* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Crambidae) (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942). Na África e na Índia *Tr. diatraeae* foi relatado em pupas de várias espécies de lepidópteros das famílias Pyralidae, Noctuidae e Crambidae como *Chilo sacchariphagus sacchariphagus* (Bojer, 1856) e *Sesamia calamistis* (HAMPSON, 1910) (Lepidoptera: Noctuidae) (BOURNIER, 1975; BOUCEK, 1976). E nos EUA foi registrado parasitando pupas de *Diatraea lineolata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Crambidae) (RODRIGUEZ-DE-BOSQUE, 1989).

No Brasil, os primeiros registros foram em pupas de Arctiidae em Piracicaba, SP (PARON e BERTI FILHO, 2000) e em pupas de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae), em plantios de gravioleira, no estado de Goiás (OLIVEIRA et al., 2001). Também foi coletado em pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2008) em plantios de eucalipto em Minas Gerais e em pupas de *Melanolophia consimilaria* (Walker, 1860) (Lepidoptera: Geometridae) em Botucatu, SP (ZACHÉ et al., 2010).

A elevada capacidade reprodutiva de *Tr. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis, Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *S. frugiperda* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), *T. arnobia*, *Hylesia paulex* (Hübner, 1820) (Lepidoptera: Sartuniidae) e *S. frugiperda* e *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) foi evidenciada em diversos trabalhos (PARON & BERTI FILHO, 2000, ANDRADE et al. 2010, PASTORI et al. 2012ab, ZACHÉ et al. 2012, FAVERO et al. 2013, GLAESER et al. 2014, FAVERO et al. 2014, CALADO et al., 2014).

No laboratório *Tr. diatraeae* pode ser criado em pupas dos hospedeiros alternativos *T. molitor* e *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) (FAVERO et al., 2013, 2014; CALADO et al., 2014) e no hospedeiro natural *D. saccharalis* (GRANCE, 2010). *Te. diatraeae* se desenvolveu entre as temperaturas de 16 a 28°C e umidade relativa de 45 a 85% em pupas de *D. saccharalis* (RODRIGUES, 2010). A densidade ideal para multiplicação de *Te. diatraeae* em laboratório é de 14 a 21 fêmeas por pupa de *D. saccharalis*, e em campo é de pelo menos 50 parasitoides por pupa (GRANCE, 2010).

Espécies de *Trichospilus* foram relatadas em diferentes países da Ásia, da África, e das Américas (BOUCEK, 1976; BENNETT et al., 1987; UBAIDILLAH, 2006). *Trichospilus pupivorus* (Ferrièri 1930) foi encontrado naturalmente em *Opisina arenosella* (Walker 1864) (Lepidoptera: Oecophoridae) na Índia (MURALIMOHAN et al., 2008) e *T. diatraeae* em espécies como *Epimeces matronaria* (Guenée in Boisduval & Guenée, 1858), *Oxydia vesulia* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Geometridae) e *Anacamptodes defectaria* (Guenée, 1857) (Lepidoptera: Geometridae) em abacateiro na Flórida (GLENN et al., 2003), *S. frugiperda* (Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) milho no Caribe (ALAM, 1979) e *P. xylostella* na Jamaica (ALAM, 1990).

2.4. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)

Palmistichus elaeisis é um endoparasitoide gregário, polífago, idiobionte com potencial para parasitar pupas de Lepidoptera (PEREIRA et al., 2008; PEREIRA et al., 2010), que foi relatado em pupas de *Eupseudosoma involuta* (Sepp 1852) (Lepidoptera:

Arctiidae), *Euselasia eucerus* (Hewitson 1872) (Lepidoptera: Riodinidae) (DELVARE; LASALLE, 1993), *Sabulodes* sp. (Lepidoptera: Geometridae) (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), em *Sascina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae) (ZACHÉ et al., 2012), *Thyrinteina leucoceraea* (Rindge 1961) (Lepidoptera: Geometridae) e *T. arnobia*, (PEREIRA et al., 2008) .

Palmistichus elaeisis é um agente de controle biológico de vários lepidópteros desfolhadores que ocorrem simultaneamente em eucalipto (ZANUNCIO et al., 2003). O fato de ser generalista permite sua multiplicação em diversos hospedeiros alternativos em laboratório, o que justifica o desenvolvimento de pesquisas para verificar seu pontecial biótico e maximizar 3.sua produção massal visando sua utilização em programas de controle biológico aplicado (PEREIRA et al., 2009). A densidade de parasitoides, idade de pupa e do parasitoide (THOMAZINI; BERTI FILHO, 2001; MATOS NETO et al., 2004) podem afetar a capacidade de parasitismo e refletir diretamente na qualidade do parasitoide alterando características como: tamanho do corpo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), longevidade (SILVATORRES; MATTHEWS, 2003) e duração do ciclo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 2004). Não se tem relato de parasitismo natural de *P. elaeisis* em larvas ou pupas de *P. xylostella*, mas o fato deste parasitoide ser generalista nos motivou a verificar sua capacidade de parasitar e se desenvolver em pupas desse inseto-praga.

Esta Tese está de acordo com as "Normas para Redação de Dissertações e Teses" do Programa de Pós- Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo foi comparar a capacidade de *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* parasitarem e se desenvolverem em lagartas e pupas de *P. xylostella*.

Objetivos especificos:

1. Comparar as características como parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida, progênie, razão sexual e longevidade de fêmeas e de machos de *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* criados em lagartas de 4º instar e em pupas de *P. xylostella.*

2. Avaliar o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em lagartas e pupas de *P. xylostella* de diferentes idades.

3. Avaliar o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em larvas de 2º, 3º ou 4º instar e pupas de *P. xylostella* de diferentes idades.

4. Avaliar se densidade de lagartas de *P. xylostella* por comprometer o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*.

Hipóteses

HI: *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* parasitam e se desenvolvem em lagartas e pupas de *P. xylostella* de maneira semelhante.

H0: *Te. howardi*, *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* não parasitam e nem se desenvolvem em lagartas e pupas de *P. xylostella* de maneira semelhante.

HI: O instar larval e a idade de pupas de *P. xylostella* afetam características biológicas (parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida, progênie, razão sexual e longevidade de fêmeas e machos) de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*.

H0: O instar larval e a idade de pupas de *P. xylostella* não afetam características biológicas (parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida, progênie, razão sexual e longevidade de fêmeas e machos) de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*.

HI: O êxito reprodutivo de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em diferentes quantidades de lagartas de *P. xylostella* é comprometido

H0: O êxito reprodutivo de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em diferentes quantidades de lagartas de *P. xylostella* não é comprometido.

4. REFERÊNCIA BIBLIGRAFICAS

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, 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*. **PlosOne**. v.5, p.13231, 2010.

ALAM, M. M. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands. In: INTERNATIONAL WORKSHOOP OF IAMONDBACK MOTH AND OTHER CRUCIFERS PESTS, 2., 1990, Taiwan. Proceeding... **Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center**, v.26, p.233-243, 1990.

ALAM M. M. Attempts at the biological control of major insect pests of maize in Barbados, W. I. Symp. On maize and peanut. Paramaribo, Suriname, Nov. 13-18, 1978. **Proceedings Caribbean Food Crops Society,** v.15, p.127-135, 1978.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoride), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v.8 p.49-54, 2008.

BARBOSA R.H., ZANUNCIO J.C., PEREIRA F.F., KASSAB S.O., ROSSONI C. Foraging activity of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) at various densities on pupae of the eucalyptus defoliator *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **Florida Entomologist**, v.99, p.121-127, 2016.

BARBOSA, R. H.; PEREIRA, F. F.; MOTOMIYA, A. V.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.;TORRES, J. B.; SILVA, R. M. M. F.; PASTORI, P. L. *Tetrastischus howardi* density and dispersal toward augmentation biological control of sugarcane borer**. Neotropical Entomology**, v.47, p.1-9, 2018.

BAITHA, A. JALALI, S. K.; RABINDRA, R. J.; VENKATESAN, T., RAO, N. S. Parasitizing efficiency of the pupal parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Chilo partellus* (Swinhoe) at different exposure periods. **Journal of Biological Control**, v.18, p.65-68, 2004.

BITTENCOURT, M. A. L. & BERTI-FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaesis* por pupas de diferentes lepidópteros-praga. **Scientia Agricola**, p.1281-1283, 1999.

BITTENCOURT, M. A. L. & BERTI-FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaesis* Delvare & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.56, p.65-68, 2004.

BENNETT, F. D.; GLENN, H.; YASEEN, M.; BARANOWSKI, R. M. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. **Florida Entomologist**, v.70, p.184-186, 1987.

BOUČEK, Z. **Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera). A biosystematic revision of genera of fourteen families, with a reclassification of species**. CAB 23

International, Wallingford, Oxon, U.K.; Cambrian News Ltd, Aberystwyth, Wales, p.832, 1988.

BOUCEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera, Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.

BOURNIER, J. P. Sur la reproduction parthénogénétique de *Trichospilus diatraeae* Cher. et Margab. (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Bulletin de la Societé Entomologique de France**, v.80, p.116-118, 1975.

CHERIAN, M. C.; MARGABANDHU, V. A new species of *Trichospilus* (Hymenoptera: Chalcidoidea) from south India. **Indian Journal of Entomology**, v.4, p.101-102, 1942.

CALADO, V. R. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; GLAESER, D. F.; OLIVEIRA, F. G. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), **Biotemas**, v.27, p.71-77, 2014.

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

COUTO, I. F. S.; FUCHS, M. L.; PEREIRA, F. F.; MAUAD, M.; SCALON, SILVANA P.Q.; DRESCH, D. M.; SILVA, R. M. M. F. Feeding preference of *Plutella xylostella* for leaves treated with plant extracts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências (online),** 88, p.1781-1789, 2016.

COSTA, D. P. **Interações biológicas entre *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) no parasitismo de *Diatraea saccharalis* (lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.** Dourados, MS. UFGD. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 82p.

CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v.7, p.847-852, 2008.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; ENTEADODIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v.68, p.252-254, 2011.

DELVARE, G.; LASSALE, J. A. New genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from de Neotropical region, with the description of a new species parasitia on key pests of oil palm. **Journal of Natural History,** v.27, p.435-444, 1993.
FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; 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.

FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Life and Fertility Tables of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) With *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) Pupae. **Annals of the Entomological Society of America**, v.107, p.621-626, 2014.

FERNANDES, W. C. **Desempenho Biológico de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas, pupas e pré-pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) em condições de laboratório e semi-campo.** Dourados, MS. UFGD. 2018. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 155p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG: UFV, 412 p., 2008.

FELIX, J.; GONZALEZ, A.; MONTES DE OCA, F. N.; RAVELO, H. G.; BAITHA, A. Interaction of *Lixophaga diatraeae* (Towns.) and *Tetrastichus howardi* (Olliff.) for Management of *Diatraea saccharallis* (Fab.) in Cuba. **Sugar Tech**, v.7, p.5-8, 2005.

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.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p., 2002.

GAUTHIER N; LASALLE J.; QUICK D. L. J.; GODFRAY, H. C. J. Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Eslamidae are derived eulophids. **Systematic Entomology**, v.25, p.521- 539, 2000.

GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; FAVERO, K. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* em *Diatraea saccharalis* após três gerações em *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.213-218, 2014.

GRANCE, E. L. V. **Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-deaçúcar.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS. 67p. 2010.

GLENN, H; PEÑA J. E.; BARANOWSKI, R. M.; DUNCAN, R. Lepidopterous pests of Florida avocado: biodynamics, mortality factors and control. **IN: WORLD AVOCADO CONGRESS (ACTAS V CONGRESO MUNDIAL DEL AGUACATE)**, 5. Proceedings... 2003. p.503-508, 2003.

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

GUPTA, P. D. & THORSTEINSON, A. J. Food plant relationship of diamondback moth (*Plutella maculipennis* (Curt.)). II. Sensory regulation of oviposition of the adult female. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.3, p.305-314, 1960.

GONZÁLEZ, J. F. Á.; OCA, F. N. M.; RAVELO, H. G. *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae): nuevo parásito pupal de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) en Cuba. **Centro Agricola**, v.30, p.93, 2003.

KANO, C.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; HIGUTI, A. R. O.; GODOY, A. R. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira,** v.28, p.453-457, 2010.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, p.45-56, 2007.

LUCCHETTA, J. T. **Parasitismo E Desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** Dourados, MS. UFGD. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 67p.

MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. H. O.; PICANÇO, M. C. Parasitism by *campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in com. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.39, p 1077-1081, 2004.

MOREIRA, L. F. **Preferência e performance de *Plutella xylostella* em relação às características bromatologicas e idade foliar de Brassicáceas**. 78 f. Tese (Doutorado Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

MURALIMOHAN, K. R.; SRINIVASA, Y. B. Natural parasitization and biological control: case of the coconut caterpillar. **Current Science,** v.95, p.1478-482, 2008.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.321-325, 2010.

NOYES, J. S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2003. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>. Acesso: 26 Set. 2018.

OLIVEIRA, F. A. L. D.; SILVA, R. O.; OLIVEIRA, N. R. X. D.; 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-Krakow**, v.66, p.103-110, 2018.

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina. Ciências Agrárias** (Impresso), v.37, p.111-115, 2016.

OLIVEIRA, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ICUMA, I. M.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; ANDRADE, G. A. I**ncidência de danos da broca do fruto da**

graviola no Distrito Federal. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. (Comunicado Técnico Embrapa).

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**, p.143-164, 2002.

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

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ANDRADE, G. S.; SILVA, R. O.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, A. I. A. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt. **Revista Colombiana de Entomología**, v.10, p.91-93, 2012a.

PASTORI, P. L.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, F. F.; PRATISSOLI, D.; CECON, P. R.; SERRÃO, J. E. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Biociências (Online)**, v.10, p.79-85, 2012b.

PRASAD, K. S.; ARUNA; A. S.; KUMAR, V.; KARIAPPA B. K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller (*Diaphania pulverulentalis*), on *Musca domestica* (L.). **Indian Journal Sericulture**, v.46, p.8991, 2007.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L.; JACQUES, G. C. & VILELA, E. F. New Record of *Trichospilus diatraeae* as a Parasitoid of the Eucalypt Defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F. S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) **Brazilian Journal of Biology**, v.69, p.631-637, 2009.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; CHICHERA, R. A.; ANDRADE, G. S. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae with alternative and natural hosts. **Zoologia**, v.27, p.887-891, 2010.

PEREIRA, F. F., ZANUNCIO, J. C., OLIVEIRA, H. N., GRANCE, E. L. V., PASTORI, P. L., GAVA-OLIVEIRA, M. D. Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in different *Eucalyptus* plantations regions **Brazilian Journal of Biology,** v.71, p.431–436, 2011.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; CALADO, V. R. F.; VARGAS, E. L.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howard*i (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae, pupae and adults. **The Florida Entomologist**, v.98, p. 384-387, 2015.

PERIOTO, N. W. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, p.165-168, 2002.

REDDY, G. V. P.; TABONE, E.; SMITH, M. T. Mediation of the host selection and oviposition behavior in the diamondback moth *Plutella xylostella* and its predator *Chrysoperla carnea* by chemical cues from cole crops. **Biological Controls**, v.29, p.270-277, 2004.

RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; SMITH JUNIOR, J. W. Parasitization of *Diatraea lineolata* pupa and diapauzing larvae by several exotic parasites. **Florida Entomologist**, v.72, p.703-705, 1989.

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.39, p.835-838, 2010.

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, I. M.; ZANUNCIO, T. V.; PEREIRA, F. F.; WILCKEN, C. F.; SERRÃO, J. E. and ZANUNCIO, J. C. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in the pupae of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) of various ages. **The Florida Entomologist,** v.98, p.1025-1029, 2015.

SILVA, I. M.; ZANUNCIO, T. V.; PEREIRA, J. M. 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.

SAGARRA, L. A.; PETERKIN, D. D.; VINCENT, C.; STEWART, R. K. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Physiology,** v.46, p.47-653, 2000.

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

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

TAVARES, W. S.; MASSON, M. V.; FERREIRA-FLIHO, P. J.; BARBOSA, L. R.; SILVA, W. M.; WILCKEN, C. F.; AND ZANUNCIO, J. C. Parasitism of lepidopteran defoliators of urban plants by *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Florida Entomologist**, p.1-5, 2018.

TIAGO, E. F.; PEREIRA, F. F.; RODRIGUES, A.; KASSAB, S. O.; SILVA, R. M. M.

F.; OLIVEIRA, F. M. Biologia Comparada de *Tetrastichus howardi* e *trichospilus diatraeae e*m lagartas de *Plutella xylostella*. **In: XXVII Congresso Brasileiro de Entomologia e o X Congresso Latino-Americano de Entomologia, 2018, Gramados RS. XXVII Congresso Brasileiro de Entomologia e o X Congresso Latino-Americano de Entomologia,** 2018.

THOMAZINI, M. J.; BERTI-FILHO, E. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo de *Muscidifurax uniraptor* em pupas de mosca domestica. **Scientia Agricola**, v.58, p 469-473, 2001.

UBAIDILLAH, R. Eulophine parasitoids of the genus *Trichospilus* in Indonesia, with the description of two new species (Hymenoptera: Eulophidae). **Entomological Scien**ce, v.9, p.217-222, 2006.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v.26, p.143-146, 2011.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. C.; SOUZA, N. M. Novo registro de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), como parasitoide de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Biota Neotropica**, v.12, p.319-322, 2012.

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.

ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; FREITAS, F. A.; & PRATISSOLI, D. Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Animal Biology**, v.53, p.17-26, 2003.

Capítulo l

Biologia comparada de *Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Biologia comparada de *Tetrastichus howardi, Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

RESUMO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida como traça-das-crucíferas, na sua fase larval causa danos econômicos, principalmente em Brássicas. Dentre os parasitoides da família Eulophidae, *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893), *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) e *Palmistichus elaeisis* (Delvare & La Salle, 1993) apresentam potencial para serem usados como agentes de controle biológico de diversos insetos-praga. Por isto, o objetivo foi comparar as características biológicas desses eulofídeos criados em lagartas de 4º instar e em pupas de *P. xylostella.* O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (Lecobiol) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS. Lagartas de 4º instar e pupas de 24 horas foram individualizadas em tubos de vidro (15,0 cm x 2,0 cm) e expostas a uma fêmea de *Te. howardi* (24h de idade), *Tr. diatraeae* e *P. elaeisis* (72h de idade). O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmara climatizada a 25±1ºC, 70±10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e 10 repetições. Lagartas e pupas de *P. xylostella* não foram parasitadas por *P. elaesis*. As porcentagens de parasitismo de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em lagartas foram de 64,00±11,05 e 10,54±3,33, respectivamente. A porcentagem de emergência de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em lagartas foi semelhante com 35,50±7,51 e 35,50±7,51. A duração do ciclo de vida de *Te. howardi* em lagartas foi menor com 17,19±0,32 dias. A progênie foi semelhante com 14,69±1,82 e 12,00±0,63 para *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*, respectivamente. A longevidade de femeas e de machos de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* também foi igual, sendo 18,60±1,47; 11,00±1,04 dias e 13,50±1,10; 10,88±0,83, respectivamente. A porcentagem de parasitismo de *Te. howardi* em pupas de *P. xylostella* foi maior com 78,00±5,73. A emergência e razão sexual em pupas foram semelhantes com 14,49±5,53; 20,00±13,33 e 0,94±0,02 e 0,95 ± 0,05 para *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*, respectivamente. De maneira geral, *Te. howardi* apresentou as melhores características biológicas em lagartas e pupas de *P. xylostella*.

Palavras-chave: Eulofídeos, traça-das-crucíferas, biologia reprodutiva.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Lineaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), in its larval phase causes economic damages, especially in Brásicas. *Tetrastichus howardi* Eulophidae (Olliff, 1893), *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) and *Palmistichus elaeisis* (Delvare & La Salle, 1993) has potential to be used as biological control agents for pest insects. For this reason, we compared the biological characteristics of these eulofids in 4th instar caterpillars and *P. xylostella* pupae. The experiment was carried out at the Laboratory of Biological Control of Insects (Lecobiol) of the Faculty of Biological and Environmental Sciences (FCBA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados, MS. Fourth stage larvae and 24-hour pupae were individualized in milking glass (15.0 cm x 2.0 cm) and exposed to a female of *Te . howardi* (24h old), *Tr. diatraeae* and *P. elaeisis* (72h old). Parasitism was allowed for 24 hours in an air-conditioned room at 25 ± 1ºC, 70 ± 10% relative humidity and 14-hour photophase. The experimental design was completely randomized, with three treatments and 10 replicates. *P. xylostella* larvae and pupae were not parasitized by *P. elaesis.* As the percentages of parasitism *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* in caterpillars were 64.00 ± 11.05 and 10.54 ± 3.33, respectively. The percentage of emergence of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* in caterpillars was similar with 35.50 ± 7.51 and 35.50 ± 7.51. The life cycle duration of *Te. howardi* in caterpillars was lower 17.19 ± 0.32 days. The progeny was similar with 14.69 ± 1.82 and 12.00 ± 0.63 for *Te. howardi* and *Tr. diatraeae*, respectively. The longevity of females and males of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* was also the same, being 18.60 ± 1.47; 11.00 ± 1.04 days and 13.50 ± 1.10; 10.88 ± 0.83, respectively. The percentage of parasitism of *Te. howardi* in pupae of *P. xylostella* was higher with 78.00 ± 5.73. The emergence and sex ratio in pupae were similar with 14.49 ± 5.53; 20.00 ± 13.33 and 0.94 ± 0.02 and 0.95 ± 0.05 for *Te. howardi* and *Tr. diatraeae*, respectively. In general, *Te. howardi* presented the best biological characteristics in *P. xylostella* caterpillars and pupae.

Key words: Eulofídeos, Diamondback moth, reproductive biology.

1. INTRODUÇÃO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é praga de couve-flor, mundialmente conhecida como traça-das-crucíferas (VILLAS BÔAS et al., 1990). No estágio larval, *P. xylostella* traz os maiores danos em plantações comerciais de Brássicas (HAMILTON et al., 2005). Por ser cosmopolita e apresentar ciclo biológico curto e sobreposições de gerações durante o ano todo, há dificuldade para seu controle (ULMER et al., 2002).

O controle químico de *P. xylostella* ainda é o método mais utilizado (BARROS et al., 1993; VILLAS BÔAS et al., 2004; CHENG et al., 2008). No entanto, são crescentes as demandas de tecnologias que minimizem seu uso devido ao impacto negativo que os produtos sintéticos podem causar no ambiente quando utilizados de maneira inadequada (COUTO et al., 2016).

Diversos agentes de controle biológico têm sido registrados para *P. xylostella* na cultura de brássicas como *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) (SILVA-TORRES, 2010), *Cotesia plutellae* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Braconidae), *Conura pseudofulvovariegata* (Becker, 1989) (Hymenoptera: Chalcididae) e *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1983) (Hymenoptera: Eulophidae) (SILVA-TORRES, 2010).

O endoparasitoide gregário *Te. howardi* em origem asiática com ampla distribuição nas regiões Neotropicais (MELO et al., 2011). Foi relatado parasitando naturalmente pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (VARGAS et al., 2011) e de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) em condições de laboratório (PRASAD et al, 2007; CRUZ et al., 2011; KFIR 1995; COSTA et al., 2014; BARBOSA, 2015; OLIVEIRA et al., 2016). Diversos também são os estudos de multiplicação e reprodução de *T. howardi* em pupas de *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) (COSTA et al., 2014; PIÑEYRO, 2016) como hospedeiro alternativo. Além disso, existem relatos de sua capacidade de parasitar lagartas e pupas de *D. saccharalis* (VARGAS et al., 2011; PEREIRA et al., 2015).

Trichospilus diatraeae (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) é outro endoparasitóide que foi relatado parasitando pupas de

Helicoverpa armigera (Hübner,1808) (Lepidoptera: Noctuidae) (OLIVEIRA, et al., 2016) e *Diaphania yalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) em condições laboratoriais (SILVA et al., 2015). Além das famílias Arctiidae (PARON, 2000), Geometridae, *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2008), Pyralidae *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (MELO et al., 2011) e em *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (OLIVEIRA et al., 2018).

Palmistichus elaeisis (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) outro parasitoide que vem se destacando com um amplo potencial de ser usado como agente de controle biológico de *T. arnobia* (BARBOSA 2016) e de *Vanillae vanillae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) (GIL-SANTANA & TAVARES 2006, RODRÍGUEZ-DIMATÉ, 2016), E demais espécies de lepidópteros (PEREIRA et al., 2008; TAVARES et al., 2012a, b, 2013). Além disso, *B. mori* (PEREIRA et al., 2009, 2010) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) podem ser usados como hospedeiro alternativo no laboratório para sua criação massal (ZANUNCIO et al., 2008)

Os três parasitoides são generalistas e apresentam potencial para serem usados como agente de controle biológico de pragas. Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência biológica de *T. howardi,* de *T. diatraeae* e de *P. elaeisis* sobre pupas e lagartas de *P. xylostella* em condições de laboratório.

2. MATERIAL E METODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (LECOBIOL) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados (MS), com as seguintes etapas:

2.1 Criação e manutenção de insetos para condução dos experimentos.

***Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).** Inicialmente pupas de *P. xylostella* foram coletadas em plantações de brássicas na zona rural do município de Dourados, MS. Para continuidade da criação, estas pupas foram acondicionadas em gaiolas plásticas (10,0 x 1,0cm) até a fase adulta, sendo estes alimentados com solução de mel a 10% fornecida em algodão. No interior das gaiolas, diariamente foram inseridos discos de couve-manteiga orgânica (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) sobre papel

filtro umedecidos para oviposição dos adultos. Os discos de couve com os ovos foram transferidos para recipientes de plástico (25 x 12 x 13 cm), onde continha também folhas novas de couve que serviram de alimento para as lagartas recém-emergidas. Estas foram alimentadas com folhas de couve até atingirem a fase de pupa e o ciclo reiniado (BARROS, 2012).

***Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** Lagartas de *Diatraea saccharalis* foram colocadas em potes telados com dieta artificial (PARRA, 2007) até atingirem o 4º instar e depois transferidas, para Placas de petri medindo (6,5cm x 2,5cm) com dieta artificial até a transformarem-se em pupas. As pupas foram recolhidas, sexadas (20 machos e 30 fêmeas) e colocadas em gaiolas de PVC (10 x 22cm), e no seu interior foram mantidas folhas de papel sulfite umedecido que serviram de substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo "voil" e elástico seguindo a metodologia proposta por (PARRA, 2007). As lagartas de *D. saccharalis* foram utilizadas para criação dos parasitoides *T. howardi, T. diatraeae* e *P. elaeisis.*

***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *P. elaeisis* com 72 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro que serviram para alimentação dos parasitoides. Pupas de *D. saccharalis* com até 24 horas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas câmara climatizada regulada 25 ± 1°C, 70 ± 10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência dos adultos (PEREIRA et al., 2008).

***Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Te. howardi* com até 24 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0 x 2,0 cm) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro que ser viram para alimentação dos parasitoides. Pupas de *D. saccharalis* com até 24 horas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (VARGAS et al., 2011).

***Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Te. diatraeae* com 48 a 72 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro para sua alimentação. Pupas de *D. saccharalis* com 24 hroas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (GLAESER et al., 2011).

2.2. Desenvolvimento experimental

Uma fêmea de *Te. howardi, Tr. diatraeae* ou de *P. elaeisis* com 24, 72, 72 horas de idade respectivamente, foram mantidas dentro de tubos de vidro medindo (15,0cm x 2,0cm) com gotículas de mel para sua alimentação e fechados com algodão. No interior dos tubos, lagartas de 4º instar ou pupas com casulo de 24 horas foram separadas, individualizadas e expostas ao parasitismo por 24 horas em câmara climatizada (BOD) a 25 ± 1º C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Após 24 horas de contato para parasitismo, os parasitoides foram retirados dos tubos, permanecendo somente as lagartas ou pupas no seu interior. O mesmo procedimento foi realizado, sem a presença dos parasitoides para se calcular a mortalidade natural do hospedeiro (ABBOTT, 1925).

As características avaliadas na fase larval *de P. xylostella* foram: A porcentagem de parasitismo (%P) [(número de lagartas de *P. xylostella* com emergência de parasitoides + lagartas sem emergência de adultos de *P. xylostella* /(número total de lagartas) × 100]; a porcentagem de emergência (%E) [(número de lagartas de *P. xylostella* com emergência de adultos dos parasitoides)/(número de lagartas parasitadas) × 100]; a duração do ciclo de vida (tempo de desenvolvimento do parasitoide imaturo contado a partir do dia do parasitismo até a emergência do adulto); a progênie total (número de parasitoides emergidos por hospedeiro parasitado); a razão sexual (número de fêmeas/número de total de adultos emergidos) e a longevidade média. Para avaliação da longevidade média de machos e de fêmeas, foram selecionados ao acaso 10 fêmeas e 10 machos de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* de cada tratamento, sendo essa seleção realizada no dia de sua emergência, individualizados em microtubos (eppendorfs) vedados com algodão, e contendo uma

gotícula de mel puro, onde permaneceram sendo observados diariamente até a sua morte. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com o dimorfismo sexual observado nas antenas de *Te. howardi* (LA SALLE & POLASZEK 2007) e o sexo dos adultos de *Te. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (espécies dos parasitoides) com dez repetições, sendo cada repetição, constituída por um grupo de cinco pupas ou lagartas de *P. xylostella* individualizadas, totalizando 50 pupas ou lagartas por tratamento.

Os dados das características biológicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probalidade.

3. RESULTADOS

A maior porcentagem de parasitismo em larvas de quarto ínstar de *P. xylostella* foi de 64,00±11,05 para *Te. howardi*. Por outro lado, a porcentagem de emergência de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes sendo de 35,50±7,51 e 52,70±16,66, respectivamente. Não foi constatado o parasitismo de *P. elaeisis* em lagarta de *P. xylostella* respectivamente (TABELA 1). Cabe destacar que fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* parasitaram a fase de larva, mas emergiram na fase pupal de *P. xylostella.* A sintomatologia padrão de pupas de *P. xylostella* parasitadas por *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foi a mudança de coloração de verde para marron. Notou-se a alteração na consistência do tegumento da pupa, com aspecto entumescido.

A menor duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Te. howardi* em larvas de quarto instar de *P. xylostella* foi 17,19±0,32 dias (TABELA 1). A razão sexual de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* foi semelhante com média geral de 0,90±0,05. A progênie de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* foram semelhantes com média geral de 13,34 ± 1,41 respectivamente.

As longevidades de machos e de fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* também foram semelhantes com médias gerais de 15,90±2,51 dias e 10,94±0,06 dias respectivamente.

A maior porcentagem de parasitismo em pupas de *P. xylostella* foi de 78,00±5,73 para *Te. howardi* (TABELA 1.). Por outro lado, a porcentagem de emergência, a duração do ciclo de vida (dias), a razão sexual e a longevidade de machos e de fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes. Não foi constatado o parasitismo de *P. elaeisis* em pupa de *P. xylostella* (TABELA 2.). Neste tratamento, emergiram adultos de *P. xylostella* de todas as pupas submetidas ao parasitismo por *P. elaeisis*.

4. DISCUSSÃO

Tetrastichus howardi foi o parasitoide que apresentou de maneira geral a maior capacidade de parasitar larvas de quarto ínstar de *P. xylostella*. Esta afirmação pode ser atribuída a diversas hipóteses como: a) Fêmeas adultas de parasitoides podem ter injetar uma maior quantidade de vírus, polidnavírus e venenos responsáveis por paralisar o desenvolvimento do hospedeiro e preservar seus tecidos (PENNACCHIO & STRAND 2006; KHAFAGI & HEGAZI 2008; HARVEY et al., 2013; MOREAU & ASGARI,2015). Neste contexto, fêmeas adultas de *Te. howardi* podem ter sido mais eficientes que as fêmeas de *Tr. diatraeae* e de *P. elaesis*. b) Fêmeas adultas de *Te. howardi* em relação as outras espécies de parasitoides podem ter a maior capacidade de suprimir a resposta humoral de larvas de *P. xylostella* e de produzir enzimas para auxiliar a digestão de tecidos pupais (ANDRADE et al., 2010; HARVEY et al., 2013; MOREAU & ASGARI, 2015). O tamanho do corpo de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* são semelhantes, mas menores que de *P. elaesis*. Como *P. xylostella* é um microlepidóptero, sua pupa é menor que a maioria das pupas de hospedeiros naturais de *P. elaesis,* o que pode ter impedido a aceitação é parasitismo por parte das fêmeas de *P. elaesis*.

A capacidade de uma fêmea de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em parasitarem diferentes fases de desenvolvimento de *P. xylostella* (lagarta ou pupa) demonstra a habilidade destes parasitoides para se desenvolverem nesse hospedeiro, pois essas fases podem apresentar ambientes nutricionais completamente diferentes, que poderiam influenciar negativamente no desenvolvimento da progênie (CÔNSOLI & VINSON 2009).

A duração do ciclo de ovo-adulto de *P. xylostella* quando alimentada com couve é de 17,8 dias, sendo 3,0; 6,8; 4,7 e 3,3 dias para as fases de ovo, larva, pupa e

adulto, respectivamente (CHAGAS FILHO et al., 2010). Já o ciclo biológico destes eulofídeos depende do hospedeiro e da temperatura é geralmente está na faixa de 18 a 21 dias (PEREIRA, 2006; GLAESER, 2011; COSTA et., 2014). Como o ciclo biológico dos parasitoides é maior que o do hospedeiro, há necessidade de que estes microhimenópteros regulem a fisiologia neste caso da fase de larva e de pupa hospedeiro para que consigam completar seu ciclo. Esta é outra suposição para explicar a ausência de parasitismo de *P. xylostella* por *P. elaesis*.

A progênie de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foi semelhante, mas em quantidade menor que em hospedeiros como pupas de *D. saccharalis.* Isto de o pode ser atribuído à menor biomassa da pupa de *P. xylostella* que são, em média, de 4,8 mg (CHAGAS FILHO et al., 2010), enquanto as de *D. saccharalis* são de 190 mg (COSTA et al., 2014).

A razão sexual de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* emergidos de larvas e pupas de *P. xylostella* foi semelhante e acima de 80% Isto significa que a cada 10 descendentes gerados, 8 são fêmeas e estas são as reponsáveis pelo processo de parasitismo, portanto pelo impedimento da continuidade do ciclo do inseto-praga. Esta elevada proporção de fêmeas em relação a machos é uma característica singular destas espécies de eulofídeos e não foi comprometida pelo hospedeiro *P. xylostella*, pois a razão sexual de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* é de 0,93 (COSTA et al., 2014) e 0,83 (GLAESER et al., 2014), respectivamente.

A longevidade de adultos machos e fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* emergidos de larvas e pupas de *P. xylostella* foi semelhante e acima de 10 dias, o que é importante, pois parasitoides no campo, necessitam de tempo para encontrar seu parceiro sexual, encontrar o hábitat, a planta e seu hospedeiro na idade e fase preferidas (PEREIRA, 2006).

Espécies de eulofídeos apresentam potencial para se desenvolverem em hospedeiros de diferentes tamanhos e fases de desenvolvimento, famílias e ordens (PRASAD et al., 2007; SILVA-TORRES et al., 2010; PASTORI et al., 2012). *Te. howardi* já foi considerado parasitoide de larva-pupa de *P. xylostella* (KARINDAH et al., 2005; SILVA-TORRES et al., 2010), e em larvas de quinto ínstar e pupas recentes de *D. saccharalis* (PEREIRA et al., 2015).

As informações aqui apontadas sobre a biologia reprodutiva de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em larvas e pupas de *P. xylostella* são importantes para que novos estudos sejam realizados visando verificar a capacidade de busca e eficiência biológica desses eulofídeos em localizarem, parasitarem e se desenvolverem em larvas e pupas de *P. xylostella* em condições de semi-campo e campo, em cultivos de couve e de repolho, bem como de outras brássicas.

5. CONCLUSÕES

Palmistichus elaeisis não parasitou lagarta de 4º instar e pupa de *P. xylostella*. De maneira geral, *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* parasitaram e se desenvolveram em lagartas de 4º instar e pupa de *P. xylostella*, sendo *Te. howardi*, o parasitoide mais eficiente.

6. REFERÊNCIA BIBLIGRAFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economy Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, 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*. **PlosOne**. v.5, p.13231, 2010.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C.; COSTA, D. P.; BERNDT, M. A. Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) pupae. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, v.45, p.185-188, 2015.

BARROS, R.; THULER, R. T.; PEREIRA, F. F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: PRATISSOLI, D. (Org.). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais.** 1. ed. Vitória: Edufes, v.1, 65-84, 2012.

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

COUTO, I. F. S.; FUCHS, M. L.; PEREIRA, F. F; MAUAD, M.; SCALON, SILVANA P.Q.; DRESCH, D. M.; SILVA, R. M. M. F. Feeding preference of *Plutella xylostella* for leaves treated with plant extracts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências (online),** v.88, p.1781-1789, 2016.

CÔNSOLI F. L.; VINSON S. B. Parasitoides (Hymenoptera). (In: Bioecologia e nutrição de insetos. A.R. PANIZZI, J.R.P. PARRA **ed Embrapa Informação Tecnológica, Brasília):** 837-874, 2009.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; ENTEADODIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v.68, p.252-254, 2011.

CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v.7, p.847-852, 2008.

CHAGAS FILHO, N. R.; BOIÇA J. A. L.; ALONSO, T. F. Biologia *de Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em Cultivares de Couve-Flor, **Neotropical Entomology,** v.39, p.1-7, 2010.

GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; FAVERO, K. Desempenho reprodutivo de *Trichospilus diatraeae* no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* três gerações no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.213-218, 2014.

GLAESER, D. F. **Características biológicas e comportamentais de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 2011.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados.

GIL-SANTANA, H. R.; and TAVARES, M. T. *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae): a new parasitoid of *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia,** v.23, 891-892, 2006.

HARVEY J. A.; POELMAN E. H.; TANAKA, T. Intrinsic Inter- and Intraspecific Competition in Parasitoid Wasps. **Annual Review of Entomology,** v.58, p.333-351, 2013.

HAMILTON, A. J.; ENDERSBY, N. M.; RIDLAND, P. M.; ZHANG, J. and NEAL M. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some Brassica oleracea vegetables in Victoria. **Australian Journal of Entomology**, v.44, p.284-287, 2005.

KARINDAH S.; SULTANTO E. S.; SULISTYOWATI L. Parasitoid larva-pupa *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) pada *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) di pertanaman kubis kota batu dan kabupaten malang. J. **Entomology Indonesia**, v.1, p 61-68, 2005.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, p.45-56, 2007.

MOREAU S., ASGARI S. Venom Proteins from Parasitoid Wasps and Their **Biological Functions. Toxins**, v.7, p.2385-2412, 2015.

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

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina. Ciências Agrárias** (Impresso), v.37, p.111-115, 2016.

OLIVEIRA, F. A. L. D.; SILVA, R. O.; OLIVEIRA, N. R. X. D.; 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-Krakow**, v.43, p.103-110, 2018.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ANDRADE, G. S.; SILVA, R. O.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, A. I. A. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt. **Revista Colombiana de Entomología**, v.38, p.90-93, 2012.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico**. 6ª ed. ESALQ/FEALQ, Piracicaba, SP. p.134, 2007.

PARON, M. R. **Bioecologia de Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de pupas de Lepidoptera.** 57 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 1999.

PEREIRA, F. F. **Desenvolvimento e Técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae).** 109 f. Tese Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia). Universidade Federal de Viçosa.2006.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L.; JACQUES, G. C. & VILELA, E. F. New Record of *Trichospilus diatraeae* as a Parasitoid of the Eucalypt Defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F. S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) **Brazilian Journal of Biology,** v.69, p.865-869, 2009.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; CHICHERA, R. A.; ANDRADE, G. S. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae with alternative and natural hosts. **Zoologia,** v.27, p.887-891, 2010.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on the caterpillars, pupae and adults of *diatraea*

saccharalis (Lepidoptera: Crambidae). **The Florida Entomologist,** v.98, p.384-387, 2015.

PIÑEYRO N. G.; PEREIRA F. F.; BORGES F. L. G.; ROSSONI, C.; SILVA A. S.; KASSAB S. O. Multiplicar *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) en la oruga de la seda afecta su biología?. **Acta biologica Colombiana,** v.21, p.189-193, 2016.

PRASAD, K. S.; ARUNA, A. S.; KUMAR, V.; KARIAPPA, B. K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller (Diaphania pulverulentalis), on *Musca domestica* (L.). **Indian Journal Sericulture,** v.46, 89–91, 2007.

RODRÍGUEZ DIMATÉ, F. A. ***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) para o manejo de *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea* e *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). 2016**. 60f Tese (Doutorado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, MG.

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.39, p.835-838, 2010.

SILVA, I. M.; ZANUNCIO, T .V.; PEREIRA, F. F.; WILCKEN, C. F.; SERRÃO, J. E. and ZANUNCIO, J. C.; 2015. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in the pupae of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) of various ages. **The Florida Entomologist,** v.98, p.1025-1029, 2015.

ULMER, B.; GILLOTTA, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, v.21, p.327-331, 2002.

VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; GUIMARAES, A. L. Controle químico da traca-das-cruciferas em repolho no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira,** Brasilia, v.8, p.10-11, 1990.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v.26, p.143-146, 2011.

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**, p.64-66, 2008.

TABELA 1. Médias (±erro padrão) das características biológicas de *Tetrastichus howardi*, *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de 4º instar de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) 25 ± 2 C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Caract. biológicas	*T. howardi*	*T. diatraeae*	*P. elaeisis*
Parasitismo (%)	64,00 ± 11,05 a	10,00 ± 3,33 b	*
Emergência (%)	35,50 ± 7,51 a	52,70 ± 16,66 a	
Duração (ciclo)	17,19 ± 0,32 b	18,80 ± 0,20 a	
Progênie	14,68 ± 1,82 a	12,00 ± 0,63 a	
Razão sexual	0,84 ± 0,03 b	0,95 ± 0,02 a	
Long. de Fêmeas	18,40 ± 1,09 a	13,40 ± 1,10 a	
Long. de Machos	11,00 ± 1,04 a	10,88 ± 0,83 a	

* Não houve parasitismo e emergência de *Palmistichus elaeisis.* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pela (ANOVA) a 5% de probalidade.

TABELA 2. Médias (±erro padrão) das características biológicas de *Tetrastichus howardi*, *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de 24h de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Caract. biológicas	*T. howardi*,	*T. diatraeae*	*P. elaeisis*
Parasitismo (%)	78,00 ± 5,73a	10,00 ± 5,37b	*
Emergência (%)	14,49 ± 5,53a	20,00 ± 13,33a	
Duração (ciclo)	17,60 ± 0,24a	18,50 ± 0,50a	
Progênie	13,00 ± 2,70a	13,5 ± 0,50a	
Razão sexual	0,94 ± 0,02a	0,95 ± 0,05a	
Long. de Fêmeas	15,09 ± 0,29a	14,40 ± 1,78a	
Long. de Machos	15,00 ± 0,60a	11,00 ± 1,74b	

* Não houve parasitismo e emergência de *Palmistichus elaeisis.* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pela (ANOVA) a 5% de probalidade.

.

Capítulo ll

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes idades e períodos de exposição ao parasitismo

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes idades e períodos

RESUMO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) na fase larval podem trazer danos econômicos para a cultura das Brássicas. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) e *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) da família Eulophidae e apresentam potencial para serem usados como agentes de controle biológico de varios insetos-praga. Por isto, o objetivo foi comparar as características biológicas desses eulofídeos criados em lagartas de 2º, 3º e 4º instares e em pupas de 24, 48, 72 e 96 horas de idade de *P. xylostella.* O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (Lecobiol) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS. Lagartas e pupas de diferentes idades foram individualizadas em tubos de vidro (15,0 cm x 2,0 cm) e expostas a uma fêmea de *Te. howardi* (24h de idade), *Tr. diatraeae* (72h de idade). O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmara climatizada a 25±1ºC, 70±10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. No segundo experimento, larvas de 4º Instar de *P. xylostella* foram separadas, individualizadas e expostas ao parasitismo de *Tr. howardi* ou *Tr. diatraeae* por períodos de 24, 48, 72 ou 96 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e 10 repetições. As porcentagens de parasitismo de *Te. howardi* em lagartas de 2º, 3º e 4º instar foram de 8,00±4,42; 30,00±6,10 e sendo maior no 4º instar 64,00±11 respectivamente. As porcentagens de emergência de *Te. howardi* em lagartas em lagartas de 2º e 3º instar foram semelhantes com 26,66±12,96 e 35,50±7,71. A progênie foi semelhante com 11,50±0,86 e 14,68±1,73 para 3º e 4º de *Te. Howardi,* respectivamente. Razão sexual e duração de dias em lagartas foram semelhantes com 0,92±0,03; 0,84±0,04 e 17,75±0,25 e 17,19±0,32 para *Te. howardi* respectivamente.A longevidade de femeas e de machos de *Te. howardi* também foi igual, sendo 17,50±1,15; 18,40±1,09 e 13,00±1,40; 11,00±1,04, dias respectivamente. As porcentagens de parasitismo de *Tr. diatraeae em* larvas do 2º (não houve parasitismo), 3º e 4º instar foram semelhantes 2,00±2,00 e 10,00±3,33. As porcentagens de emergência também foram semelhantes com 10,00±10,0 para 2º instar e 50,00±16,66 para 3º instar. Progênie e Razão sexual foram iguais. De maneira geral, *Te. howardi* apresentou as melhores características biológicas em lagartas de 4º instar de *P. xylostella.* No segundo experimento, a porcentagem de parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* foi de 98,00% e 64,00% com 96 horas e 24 horas, respectivamente. A porcentagem de parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Tr. diatraeae* foi proporcional e linear com o aumento do período de parasitismo alcançando 96,00% e 10,33% com 96 horas e 24 horas, respectivamente. De maneira geral, a progênie, razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de machos em fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes quando estes parasitoides foram submetidos a diferentes períodos de exposição de parasitismo.

Palavras-chave: Eulofídeos, eficiência biológica, traça-das-crufíferas.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) in the larval stage can bring economic damages to the culture of the Brásicas. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) and *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) from the Eulophidae family and have potential to be used as biological control agents for several insect pests. Therefore, the aim was to compare the biological characteristics of these eulofídeos raised in 2nd, 3rd and 4th instar caterpillars and in *P. xylostella* 24, 48, 72 and 96 hour old pupae. The experiment was carried out at the Laboratory of Biological Control of Insects (Lecobiol) of the Faculty of Biological and Environmental Sciences (FCBA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados, MS. Caterpillars and pupae of different ages were individualized in glass tubes (15.0 cm x 2.0 cm) and exposed to a female of *Te. howardi* (24h old), *Tr. diatraeae* (72h old). Parasitism was allowed for 24 hours in an air-conditioned room at 25 ± 1ºC, 70 ± 10% relative humidity and 14-hour photophase. In the second experiment, 4th instar larvae of *P. xylostella* were separated, individualized and exposed to the parasitism of *Tr. howardi* or *Tr. diatraeae* for periods of 24, 48, 72 or 96 hours. The experimental design was completely randomized, with three treatments and 10 replicates. The percentages of parasitism of *Te. howardi* in 2nd, 3rd and 4th instar caterpillars were 8.00 ± 4.42; 30.00 ± 6.10 and being higher in the 4th instar 64.00 ± 11 respectively. The percentages of emergence of *Te. howardi* on caterpillars on 2nd and 3rd instar caterpillars were similar with 26.66 ± 12.96 and 35.50 ± 7.71. The progeny was similar with 11.50 ± 0.86 and 14.68 ± 1.73 for 3rd and 4th *Te. howardi*, respectively. Sex ratio and duration of days in caterpillars were similar with 0.92 ± 0.03; 0.84 ± 0.04 and 17.75 ± 0.25 and 17.19 ± 0.32 for *Te. howardi* respectively. The longevity of females and males of *Te. howardi* was also the same, being 17.50 ± 1.15; 18.40 ± 1.09 and 13.00 ± 1.40; 11.00 ± 1.04, days respectively. The percentages of *Tr. diatraeae* in larvae of 2th (there was no parasitism), 3rd and 4th instar was similar 2.00 ± 2.00 and 10.00 ± 3.33. The emergency percentages were also similar with 10.00 ± 10.0 for 2nd instar and 50.00 ± 16.66 for 3rd instar. Progeny and Sexual Reason were the same. In general, *Te. howardi* presented the best biological characteristics in *P. xylostella* 4th instar caterpillars. In the second experiment, the percentage of parasitism of *P. xylostella* 4th instar caterpillars per females of *Te. howardi* was 98.00% and 64.00% with 96 hours and 24 hours, respectively. The percentage of parasitism of P. xylostella 4th instar caterpillars by *Tr. diatraeae* was proportional and linear with the increase of the parasitism period reaching 96.00% and 10.33% with 96 hours and 24 hours, respectively. In general, the progeny, sex ratio, life cycle length and longevity of males in females of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* were similar when these parasitoids were submitted to different periods of parasitism exposure.

Key words: Eulofídeos, biological efficiency, diamondback moth.

1. INTRODUÇÃO

Parasitoides se destacam como reguladores populacionais de outros insetos em diversos agroecossistemas. Estes agentes de controle biológico podem optar por parasitar fases específicas do inseto hospedeiro como ovos, larvas, pupas ou adultos (HE et al., 2011, PEREIRA et al., 2015). Além disso, a idade do hospedeiro pode alterar a qualidade e a quantidade de recursos alimentares disponíveis para os imaturos do parasitoide, o que pode comprometer as características biológicas do inimigo natural, prejudicando os sistemas de criação em programas de controle biológico (ELZINGA et al., 2005; PEREIRA et al., 2009).

O parasitoide *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) tem sido estudado como agente de controle biológico de lepidópteros-pragas incluindo os da familias Plutellidae, Noctuidae e Crambidae (PRASAD et al., 2007; CRUZ et al., 2011; COSTA et al., 2014). Em estudo realizado por VARGAS et al., 2011 no município de Dourados em Mato Grosso do Sul foi registrada a capacidade de *Te. howardi* parasitar lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) é outro parasitoide que vem sendo estudado em programas de controle biológico de pupas de lepidópteros-pragas (BOUCEK, 1976) (PARON & BERTI-FILHO, 2000; FÁVERO, 2009; GRANCE, 2010; RODRIGUES, 2010). *Tr. diatraeae* pode ser criado no laboratório em hospedeiro natural *D. saccharalis* e alternativos com *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (FÁVERO, 2009) e *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (PASTORI, 2010).

O parasitismo de *Te. howardi* em pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida como traça-das-crucíferas, considerada a principal praga das brássicas em praticamente todo o mundo (CHENG et al., 2008), já foi registrado no estado de Pernambuco (SILVA-TORRES et al., 2010). O parasitismo de *Te. diatraeae* foi registrado durante levantamento de pragas e inimigos naturais do repolho na Jamaica, em quatro diferentes localidades entre março de 1989 e julho de 1990 (ALAM, 1990).

O aumento da idade do hospedeiro (COSTA et al., 2014), assim como várias outras variáveis abióticas e bióticas (HARVEY e GOLS, 1998; HARBISON et al., 2001, UÇKAN & GULEL, 2002), podem comprometer o êxito do processo de

parasitismo (COSTA et al., 2014). O aumento da idade de fêmeas de parasitoides pode também reduzir a reprodução e o parasitismo, com implicações no sistema de criação massal e na seleção de indivíduos para liberações (AMALIN et al., 2005). A idade do parasitoide pode, também, afeta a taxa de emergência (HARBINSON et al 2001), a produção de descendentes totais (COOPERBAND et al., 2003) e a razão sexual da prole (GUNDUZ e GULEL, 2005).

O período de exposição do parasitoide ao hospedeiro pode afetar a capacidade de parasitismo (SAGARRA et al., 2000; SILVA-TORRES et al., 2010ab), a produção de progênie (FOERSTER et al., 2001; CHONG e OETTING, 2006), a razão sexual da progênie (CHOI et al., 2001), a duração do ciclo de vida (ovo-adulto) (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003; BARBOSA et al., 2008**)** e a longevidade de adultos (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). Deste modo, o conhecimento do período ideal de parasitismo por hospedeiro é importante para assegurar o número e qualidade de indivíduos produzidos.

Escassas são as informações sobre a adequabilidade da idade de pupas e preferência por instares e larvais de *P. xylostella* a *Te. howardi* e *Te. diatraeae* e isto nos motivou a desenvolver esta pesquisa. Assim, o objetivo foi comparar as características biológicas desses eulofídeos criados em lagartas de 2º, 3º e 4º instares e em pupas de 24, 48, 72 e 96 horas de idade de *P. xylostella.*

1. MATERIAL E METODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (LECOBIOL) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados (MS), com as seguintes etapas:

2.1. Criação e manutenção de insetos para condução dos experimentos.

***Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).** Pupas de *P. xylostella* foram coletadas em plantas Brássicas em Dourados, MS. Para manutenção e criação, as pupas foram acondicionadas em gaiolas plásticas (10,0cm x 1,0cm) até a fase adulta, sendo alimentados com solução de mel a 10%, fornecida em algodão. No interior das gaiolas, diariamente, os discos de couve sobre papel filtro umedecidos foram trocados, para que os adultos podessem ovipositar. Em seguida, os discos de couve com os ovos foram colocados em vasilhas de plástico de dimensões 25×18×13 cm, juntamente com

as folhas novas de couve até eclosão das lagartas. Estas foram alimentadas com folhas de couve orgânica (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), até atingirem a fase de pupas (BARROS, 2012).

***Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** Lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados com dieta artificial (PARRA, 2007) até atingirem o 4º instar e depois transferidas, para Placas de petri medindo (6,5cm x 2,5cm) com dieta artificial até se formação de pupas. As pupas foram recolhidas, sexadas (20 machos e 30 fêmeas) e colocadas em gaiolas de PVC (10 x 22 cm), e no seu interior com folhas de papel sulfite umedecido, como substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo "voil" e elástico seguindo a metodologia (PARRA, 2007).

***Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Te. howardi* com 24 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro para sua alimentação. Pupas de *D. saccharalis* com 24 hroas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (VARGAS et al., 2008).

***Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Te. diatraeae* com 48 a 72 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro para sua alimentação. Pupas de *D. saccharalis* com 24 hroas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (GLAESER et al., 2011).

Desenvolvimento experimental

1º. EXPERIMENTO

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) de diferentes idades

Uma fêmea de *Te. howardi* com 24 horas de idade (OLIVEIRA, 2013) e uma fêmea de *Tr. diatraeae* com 72 horas de idade (GLAESER, 2011) foram individualizadas em tubos de vidro (15,0 x 2,0cm) com gotas de mel para sua alimentação, fechados com de algodão. Larvas de 2º, 3º ou 4º instar alimentadas com 2cm² de couve e pupas de 24, 48, 72 ou 96 horas de idade de *P. xylostella* foram separadas, individualizadas e expostas ao parasitismo de *Tr. howardi* ou *Tr. diatraeae* em câmara climatizada a 25 ± 1º C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Após 24 horas de contato permitindo o parasitismo, os parasitoides foram retirados dos tubos contendo o hospedeiro e mantidos na mesma em câmara climatizada até emergência dos descendentes do parasitoide ou hospedeiro.

As características biológicas avaliadas dos parasitoides na fase larval de *P. xylostella* foram a porcentagem de parasitismo (%P) [(número de lagartas de *P. xylostella* com emergência de parasitoides + lagartas sem emergência de adultos de *P. xylostella* /(número total de lagartas) × 100]; a porcentagem de emergência (%E) [(número de lagartas de *P. xylostella* com emergência de adultos dos parasitoides)/(número de lagartas parasitadas) × 100]; a duração do ciclo de vida (tempo de desenvolvimento do parasitoide imaturo contado a partir do dia do parasitismo até a emergência do adulto); a progênie total (número de parasitoides emergidos por hospedeiro parasitado); a razão sexual (número de fêmeas/número de total de adultos emergidos) e a longevidade média. Para avaliação da longevidade média de machos e de fêmeas, foram selecionados ao acaso 10 fêmeas e 10 machos de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraeae* de cada tratamento, sendo essa seleção realizada no dia de sua emergência, individualizados em microtubos (eppendorfs) vedados com algodão, e contendo uma gotícula de mel puro, onde permaneceram sendo observados diariamente até a sua morte. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com o dimorfismo sexual observado nas antenas de *Te. howardi* (LA SALLE & POLASZEK 2007) e o sexo dos adultos de *Te. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado para os dois bioensaios, com 3 tratamentos para as lagartas (2º, 3º ou 4º instar) e 10 repetições, sendo cada repetição consituida por um grupo individualizado de cinco lagartas de diferentes instares com uma fêmea de cada dos parasitoide individualmente. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey e Test T ao nível de 5 % de probabilidade.

No segundo bioenssaio do primeiro experimento foram 4 tratamentos (pupas de 24, 48, 72 ou 96 horas), ambos com 10 repetições, sendo cada repetição consituida por um grupo individualmente de cinco pupas de diferentes idades com uma fêmea de cada dos parasitoide. Os dados de parasitismo foram submetidos à análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (ßi) e na análise de regressão pelo teste F (ao nível de 5% de probabilidade). Os demais dos dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Scott-Knot (SASM-agri-sistema), pois nenhuma modelo de regressão se ajustou.

2º. EXPERIMENTO

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes períodos

Uma fêmea de *Te. howardi* com 24 horas de idade (OLIVEIRA, 2013) e uma fêmea de *Tr. diatraeae* com 72 horas de idade (GLAESER, 2011) foram individualizadas em tubos de vidro (15,0cm x 2,0cm) com gotas de mel para sua alimentação, fechados com de algodão. Larvas de 4º Instar de *P. xylostella* foram separadas, individualizadas e expostas ao parasitismo de *Tr. howardi* ou *Tr. diatraeae* por períodos de 24, 48, 72 ou 96 horas. Após cada período de parasitismo, os parasitoides foram retirados dos tubos e o hospedeiro foi mantido em câmara climatizada a 25±1ºC, 70±10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas até emergência dos descendentes do parasitoide. As mesmas características biológicas citadas no experimento 1 foram avaliadas.

O delineamento experimental do segundo experimento foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos, sendo os períodos de exposição 24, 48, 72 ou 96 horas. e 10 repetições, sendo cada repetição consituida por um grupo individualizado de

cinco lagartas de diferentes com uma fêmea dos parasitoides. Os dados do parasitismo foram submetidos à análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (ßi) e na análise de regressão pelo teste F (ao nível de 5% de probabilidade). O restante dos dados foi submetido a análise de variância (ANOVA) e ao agrupamento de Scott-Knot (SASM-agri) pois nenhum modelo de regressão se ajustou.

2. RESULTADOS

1º EXPERIMENTO. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) de diferentes ínstares e idades

Fêmeas de *Te. howardi* conseguiram parasitar lagartas de segundo, terceiro e quarto instar de *P. xylostella*, sendo que a maior porcentagem de parasitismo foi de 64,00±11,08 observada em lagartas de último ínstar. *Te. howardi* conseguiu se desenvolver e sua progênie emergir com razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de fêmeas e de machos de maneira semelhante em lagartas de terceiro e quarto instar de *P. xylostella* (TABELA 1).

Fêmeas de *Tr. diatraeae* não conseguiram parasitar e se desenvolver em lagartas de segundo instar de *P. xylostella*, sendo 10,00±3,33 e 50,00±16,66 as maiores porcentagens de parasitismo e de emergência, respectivamente observadas em lagartas de quarto instar. Da mesma forma *Tr. diatraeae* conseguiu se desenvolver e sua progênie emergir com razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de fêmeas e de machos de maneira semelhantes em lagartas de terceiro e quarto instar de *P. xylostella* (TABELA 2).

A porcentagem de parasitismo de pupas de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* foi inversamente proporcional ao aumento da idade da pupa alcançando 78,00% e 34,00% em pupas de 24 horas e 96 horas, respectivamente (Figura 1). Por outro lado, a menor porcentagem de emergência foi constatada em pupas de 24 horas. Já a maior razão sexual (maior nº de fêmeas) foi constada em pupas de 24 horas. De maneira geral, a progênie, duração do ciclo de vida dias e longevidade de machos em fêmeas de *Te. howardi* foram semelhantes quando este parasitoide emergiu de pupas de idades diferentes (Tabela 3).

Fêmeas de *Tr. diatraeae* não conseguiram parasitar e se desenvolver em pupas de 96 horas de idade de *P. xylostella*. Mas de maneira geral, praticamente todas as características biológicas não foram influenciadas pela idade da pupa de 24 a 72 horas (TABELA 4).

2º. EXPERIMENTO

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes períodos

A porcentagem de parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* foi ascendente de maneira linear com o aumento do período de parasitismo alcançando 98,00 e 64,0% com 96 e 24 horas, respectivamente (Figura 2). Por outro lado, a menor porcentagem de emergência foi constatada no período de 24 horas. A porcentagem de parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Tr. diatraeae* foi proporcional e linear com o aumento do período de parasitismo alcançando 96,00% e 10,33% com 96 horas e 24 horas, respectivamente (Figura 3). De maneira geral, a progênie, a razão sexual, duração do ciclo de vida e a longevidade de machos em fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes quando estes parasitoides foram submetidos a diferentes períodos de exposição de parasitismo (Tabelas 5 e 6).

4. DISCUSSÃO

1º EXPERIMENTO. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) de diferentes idades

Te. howardi parasitou largartas de *P. xylostella* de segundo ao quarto ínstar. A oviposição de fêmeas de *Te. howardi* causou alterações no corpo da lagarta desse microlepidóptero. Esta mudança na coloração e na consistência do corpo de lagartas de *P. xylostella* parasitadas por *T. howardi* podem estar relacionadas com as alterações promovidas pelos fluídos que são injetados durante a oviposição. Essas substâncias causam distúrbios fisiológicos que auxiliam na supressão do sistema imunológico do hospedeiro (DANNEELS et al., 2010; ASGARI e RIVERS, 2011; COLINET et al., 2013).

O fato de fêmeas de *Te. howardi* conseguirem parasitar três instares larvais e pupa de *P. xylostella*, sendo que no 2º instar foi mínimo. Para tanto, já nos permite evidenciar que este parasitoide poderá evitar a continuidade do ciclo desse inseto e por consequência, diminuir sua população. Além disso, o parasitoide conseguiu parasitar lagartas e emergir na pupa deste hospedeiro. Segundo CÔNSOLI e VINSON (2009) estas fases de vida do inseto caracterizam-se como ambientes fisiológicos e nutricionais diferentes. Além disso, a pupa é uma fase séssil enquanto a lagarta apresenta movimentos e é passível de se defender do ataque do parasitoide (CÔNSOLI e VINSON, 2009; GREENEY et al., 2012). Confirmando o nosso fato, *Te. howardi* foi considerado anteriormente como um parasitoide larva-pupa de *P. xylostella* (KARINDAH et al., 2005).

Uma fêmea de *Te. howardi*, em alguns casos, não causou morte imediata das lagartas de *D. saccharalis*, isso foi evidenciado quando lagartas de diferentes ínstares morreram após atingirem a fase de pupa (VARGAS, 2013). De acordo com esta autora pupas mortas e ocas ocorreram, possivelmente, devido ao sistema imune do hospedeiro que ativou o metabolismo da profenoloxidase, que resultou em uma melanização generalizada (KANOST, 1999; SILVA et al., 2000; AJAMHASSANI et al., 2012).

O parasitoide não completou o desenvolvimento nas lagartas de segundo ínstar, não havendo, portanto emergência nesse estádio do hospedeiro. Isso pode ser devido ao excesso de toxina injetada no hospedeiro no momento da oviposição, considerando principalmente a proporção de quatro fêmeas parasitoides por lagarta de segundo ínstar de *P. xylostella*. Esse fato também pode ser atribuído ao menor tamanho da lagarta, pois não houve emergência de *Te. howardi*, demonstrando que o recurso disponível nessas lagartas não foi suficiente para os imaturos completarem o desenvolvimento. Alta mortalidade também foi observada em larvas de primeiro e segundo ínstar de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), 90 e 86% respectivamente, indicam que estas larvas são inadequadas para a criação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) (VAN NIEUWENHOVE e OVRUSKI, 2011).

A fase larval de *P. xylostella* possui quatro ínstares e dependendo das condições favoráveis para o seu desenvolvimento, pode variar 4 a 6 dias de duração, já

o período pupal é de 4 a 15 dias (TALEKAR & SHELTON, 1993). Ou seja, trata-se de um ciclo muito curto quando comparado com *Te. howardi* que é de 18 a 20 dias dependendo do hospedeiro e da temperatura, principalmente (FÁVERO et al., 2015). Parasitoides desenvolveram estratégias para aproveitar os recursos nutricionais do hospedeiro, como, substâncias do ovário que podem bloquear a defesa, provocar a morte, paralisar ou proteger os ovos contra o sistema imune (KAESLIN et al., 2005).

Essas estratégias indicam a influência do parasitoide na supressão da defesa celular do hospedeiro, sendo importante para permitir que formas imaturas do parasitoide se desenvolvam mesmo em larvas e pupas de diferentes idades regulando sua fisiologia (ANDRADE et al., 2010). Estas inferências no permitem justificar também a semelhança de características biológicas de *Te. howardi* como progênie, duração do ciclo de vida dias e longevidade de machos em fêmeas, quando emergiram de larvas de diferentes instares de *P. xylostella*.

O fato de *Tr. diatraeae* parasitar e se desenvolver em pupas de 24 a 72 horas o credencia como outro importante parasitoide de *P. xylostella*, porém sendo mais exigente quando comparado a *Te. howardi* que parasitou pupas de 96 horas de idade.

2º. EXPERIMENTO

Parasitismo de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes períodos

Com o aumento do período de contato da fêmea de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* com larvas de quarto de *P. xylostella* ficou envidente o aumento do parasitismo e as demais características biológicas foram de maneira geral idênticas. Da mesma forma o parasitismo, emergência e a produção de descendentes de *Te. howardi* foi proporcional ao acréscimo do período de parasitismo em lagartas de terceiro ínstar de *D. saccharalis*.

A biologia do parasitoide depende do tamanho e qualidade do hospedeiro (PASTORI et al., 2012a), bem como à densidade de parasitoides e período de exposição do hospedeiro, já que esse altera o tamanho da progênie (BARBOSA et al., 2008; 2010). Fazendo um paralelo com *Oomyzus sokolowski*i (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) criado em lagartas de terceiro ínstar de *P. xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) observou-se que a taxa de parasitismo passou de

40%, em 24 horas, para 80%, em 72 horas de exposição ao hospedeiro (SILVA-TORRES et al., 2010).

Outros autores também constataram que houve aumento na porcentagem de parasitismo com o período de duas horas em relação à uma hora de exposição de larvas de segundo ínstar de *Mythimna sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae) ao parasitoide *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard, 1947) (Hymenoptera: Braconidae) (FOERSTER et al., 2001). É possível que em condições de confinamento, com o aumento do período de exposição do hospedeiro os parasitoides sejam estimulados a continuar parasitando por estar em contato com os mesmos.

O maior período de exposição ao hospedeiro *D. sacharalis* foi um fator importante para incremento na taxa de parasitismo de *Cotesia flavipes* e *Te. howardi* (COSTA, 2013). A maior taxa de emergência da progênie de *Te. howardi* proveniente do aumento do período de parasitismo evidencia que estes são mais adequados para a multiplicação do parasitoide em lagartas de terceiro ínstar de *D. saccharalis* (COSTA, 2013). Insetos parasitoides sinovigênicos precisam de tempo para gerar de novos ovos durante a vida adulta e, portanto, são limitados pelo tempo para demonstrar todo a sua capacidade de parasitismo e emergência (PAPAJ, 2000). No entanto, sugere-se que estudos fisiológicos sobre a produção e maturação de ovos em *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* sejam realizados para confirmar esta suposição.

Observações contrárias ao de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram constatadas com o parasitoide *G. muesebecki* em lagartas de segundo ínstar de *M. sequax*, confirmando uma relação diretamente proporcional entre o período de exposição e o tamanho da progênie (FOERSTER et al., 2001). É possível que o tamanho relativamente pequeno da larva de *P.xylosttela* (6 mm) (HUANG et al., 2016) limite o tamanho da progênie dos parasitoides estudados, independende do período de parasitismo.

O potencial biológico observado de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em larvas e pupas de *P.xylostella* independente do instar, da idade e do período de exposição de fêmeas adultas, nos permite sugerir que estudos de semi-campo e campo sejam realizados para a se obter as informações necessárias para compor um protocolo de uso destes parasitoides no controle biológico aplicado de de *P.xylostella*.

5. CONCLUSÕES

Tetrastichus howardi apresentou as melhores características biológicas em lagartas de 4º instar de *P. xylostella.* O parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* foi proporcional e linear com o aumento do período de parasitismo. De maneira geral, a progênie, razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de machos em fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes quando estes parasitoides foram submetidos a diferentes períodos de exposição ao parasitismo.

6. REFERÊNCIA BIBLIGRAFICAS

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, 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*. **PlosOne**. v.5, p.13231, 2010.

AJAMHASSANI, M.; SENDI, J. J; FARSI, M. J.; ZIBAEE, A. Purification and characterization of phenoloxidase from the hemolymph of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae). **Invertebrate Survival Journal**, p.64-71, 2012.

ASGARI, S.; RIVERS, D. B. Venom proteins from endoparasitoid wasps and their role in host-parasite interactions. **Annual Review of Entomology**, v.9, p.313-335, 2011.

AMALIN, D. M.; PEÑA, J. E.; DUNCAN, R. E. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologyst**, v.88, p.77-82, 2005.

ALAM, M. M. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands. In: INTERNATIONAL WORKSHOOP OF IAMONDBACK MOTH AND OTHER CRUCIFERS PESTS, 2., 1990, Taiwan. Proceeding... **Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center**, v.26, p. 233-243, 1990.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoride), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v.8, p.49-54, 2008.

BARROS, R.; THULER, R. T.; PEREIRA, F. F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: PRATISSOLI, D. (Org.). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais.** 1. ed. Vitória: Edufes, v.1, p.65-84, 2012.

BOUCEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera, Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.

COOPERBAND, M. F.; MATTEWS, R. W.; VINSON, S. B. Factors affecting the reproductive biology of *Melittobia digitata* and failure to meet the sex ratio predictions of Hamilton's local mate competition theory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.109, p.1-12, 2003.

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

COSTA, D. P. **Interações biológicas entre *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) no parasitismo de *Diatraea saccharalis* (lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.** Dourados, MS. UFGD. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 82p.

CÔNSOLI F.L., VINSON S.B. Parasitoides (Hymenoptera). (In: Bioecologia e nutrição de insetos. A.R. PANIZZI, J.R.P. PARRA **ed Embrapa Informação Tecnológica, Brasília):** 837-874, 2009.

COLINET, D.; MATHÉ-HUBET, H.; ALLEMAND, R.; GATTI, J. L.; POIRIÉ, M. Variability of venom components in immune suppressive parasitoid wasps: From a phylogenetic to a population approach. **Journal of Insect Physiology**, v.59, p.205-212, 2013.

CHONG, J. H.; OETTING, R. D. Functional response and progeny production of the Madeira mealybug parasitoid, *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope*: The effects of host and parasitoid densities. **Biological Control**, v.41, p.320-328, 2006.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; ENTEADODIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v.68, p.252-254, 2011.

CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v.7, p.847-852, 2008.

DANNEELS, E. L.; RIVERS, D. B.; GRAAF, D. C. Venom proteins of the parasitoid wasp *Nasonia vitripennis*: Recent discovery of an untapped pharmacopee. **Toxins**, v.2, p. 494-516, 2010.

ELZINGA, J. A.; HARVEY, A. J.; BIERE, A. Age-dependent clutch size in a koinobiont parasitoid. **Ecological Entomology**, v.30, p.17-27, 2005.

FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; AVANCI, M. R. F. Parasitoides larvais de *Mythimna (Pseudaletia) sequax* Franclemont e capacidade de parasitismo de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) em relação ao tempo de exposição, temperatura e densidade de hospedeiros. **Acta Biologica Paranaense**, v.30, p.139-149. 2001.

GRANCE, E. L. V. **Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.** 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal da Grande Dourados-MS.

GLAESER, D. F. **Características biológicas e comportamnetais de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de *Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). 2011.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados.

GREENEY, H. F.; DYER, L. A.; SMILANICH, A. M. Feeding by lepidopteran larvae is dangerous: A review of caterpillars' chemical, physiological, morphological, and behavioral defenses against natural enemies. **Invertebrate Survival Journal**, v.9, p.7-34, 2012.

HARVEY, J. A.; GOLS, G. J. Z. The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoporasitoid *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.88, p.299-304, 1998.

HARBISON, J. L.; LEGASPI, J. C.; FABRITIUS, S. L.; SALDAÑA, R. R.; LEGASPI, B. C.; ENKEGAARD, A. Effects of age and host number on reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) attacking the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology**, v.30, p.129-135, 2001.

HE, X. Z.; WANG, Q.; TEULON, D. A. J. Host Age Preference Behavior in *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). **Journal Insect Behaviour**, v.24, p.447-455, 2011.

HUANG, Y.; CHEN, Y.; ZENG, B.; WANG, Y.; JAMES, A. A.; GURR, G. M. YANG, G.; LIN, X.; HUANG, Y.; YOU, M. CRISPR/Cas9 mediated knockout of the abdominal-A homeotic gene in the global pest, diamondback moth (*Plutella xylostella*). **Insect Biochemistry and Molecular Biology,** v.75, p.98-106, 2016.

KANOST, M. R. Serine preoteinase inhibitors in arthropod immunity. **Developmental and Comparative Immunology**, v.23, p.291-301, 1999.

KARINDAH, S.; SULTANTO, E. S.; SULISTYOWATI, L. Parasitoid larva-pupa *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) pada *Plutella xylostella* l. (Lepidoptera: Yponomeutidae) di pertanaman kubis kota batu dan kabupaten malang. **Jurnal Entomologi Indonesia**, v.2, p. 61- 68, 2005.

KAESLIN, M. R.; PFISTER-WILHELM, R.; MOLINA, D.; LANZEREIN, B. Changes in the haemolymph proteome of *Spodoptera littoralis* induced by the parasitoid *Chelonus inanitus* or its polydnavirus and fysiological implications. **Journal of insect Physiology,** v.51, p.975-988, 2005.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, p.45-56, 2007.

OLIVEIRA, F. G. **Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Dissertação (Mestrado Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Programa de Pós-Graduação em

Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

PRASAD, K. S.; ARUNA, A. S.; KUMAR, V.; KARIAPPA B. K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller ( ), on *Musca domestica* (L.). **Indian Jornal Sericulture,** v.46, p. 89-91, 2007.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico**. 6ª ed. ESALQ/FEALQ, Piracicaba, SP. p.134, 2007.

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de pupas de Lepidoptera.** 57 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 1999.

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

PAPAJ, D. R. Ovarian dynamics and host use. **Annual Review of Entomology**, v.45, p.423-448, 2000.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Efeito da idade do parasitoide e do hospedeiro na reprodução de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.349-353, 2010.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; CALADO, V. F. R.; SILVA, R. O. Densidade de fêmeas de *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) para sua reprodução em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, p.525-532, 2012.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F. S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) **Brazilian Journal of Biology**, v.69, p.631-637, 2009.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on the caterpillars, pupae and adults of *diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **The Florida Entomologist,** v.98, p.384-387, 2015.

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

SAGARRA, L. A.; PETERKIN, D. D.; VINCENT, C.; STEWART, R. K. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Physiology,** v.46, p.47-653, 2000.

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

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.39, p.835-838, 2010.

SILVA, C.; DUNPHY, G. B.; RAU, M. E. Interaction of hemocytes and prophenoloxidase system of fifth instar nymphs of *Acheta domesticus* with bacteria. **Developmental and Comparative Immunology**, v.24, p.367-379, 2000.

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

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). **Journal of Applied Entomology**, v.126, p.534-537, 2002.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v.26, p.143-146, 2011.

VAN NIEUWENHOVE, A.; OVRUSKI, S. M. Influence of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) Larval Instars on the Production of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymneoptera: Braconidae) Progeny and their Sex Ratio. **Florida Entomologist**, v.94, p.863-86, 2011.

TABELA 1. Médias (±erro padrão) das características biológicas *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) com 24 horas de parasitismo a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Caracteristicas biológicas	2º Instar	3º Instar	4º Instar
Parasitismo (%)	8,00 ± 4,42b	30,00 ± 6,10b	64,00 ± 11,08a
Emergência (%)	*	26,66 ±12,96a	35,50 ± 7,71a
Progênie		11,50 ± 0,86a	14,68 ± 1,73a
Razão sexual		0,92 ± 0,03a	0,84 ± 0,04a
Duração do ciclo (dias)		17,75 ± 0,25a	17,19 ± 0,32a
Longevidade ♂ (dias)		17,50 ± 1,15a	18,40 ± 1,09a
Longevidade ♀ (dias)		13,00 ± 1,40a	11,00 ± 1,04a

* Não foram obtidos dados para condução das analises devido ao não parasitismo nulo. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey e Test T a 5 % de probabilidade de erro.

TABELA 2. Médias (±erro padrão) características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de 3º Instar de 4º Instar de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Caracte. biológicas	2º Instar	3º Instar	4º Instar
Parasitismo (%)	*	4,00 ± 4,00b	10,00 ± 3,33a
Emergência (%)		5,00 ± 500b	50,00 ± 16,66a
Progênie		12,00 ± 0,00a	13,40 ± 0,81a
Razão sexual		0,94 ± 0,00a	0,95 ± 0,19a
Duração do (ciclo dias)		18,00 ± 0,00b	18,80 ± 0,20a
Long. ♂		14,50 ± 1,52a	11,20 ± 1,10a
Long. ♀		10,00 ± 1,52a	13,10 ± 2,21a

* Não foram obtidos dados para condução das analises devido parasitismo nulo. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey e Test T a 5 % de probabilidade de erro.

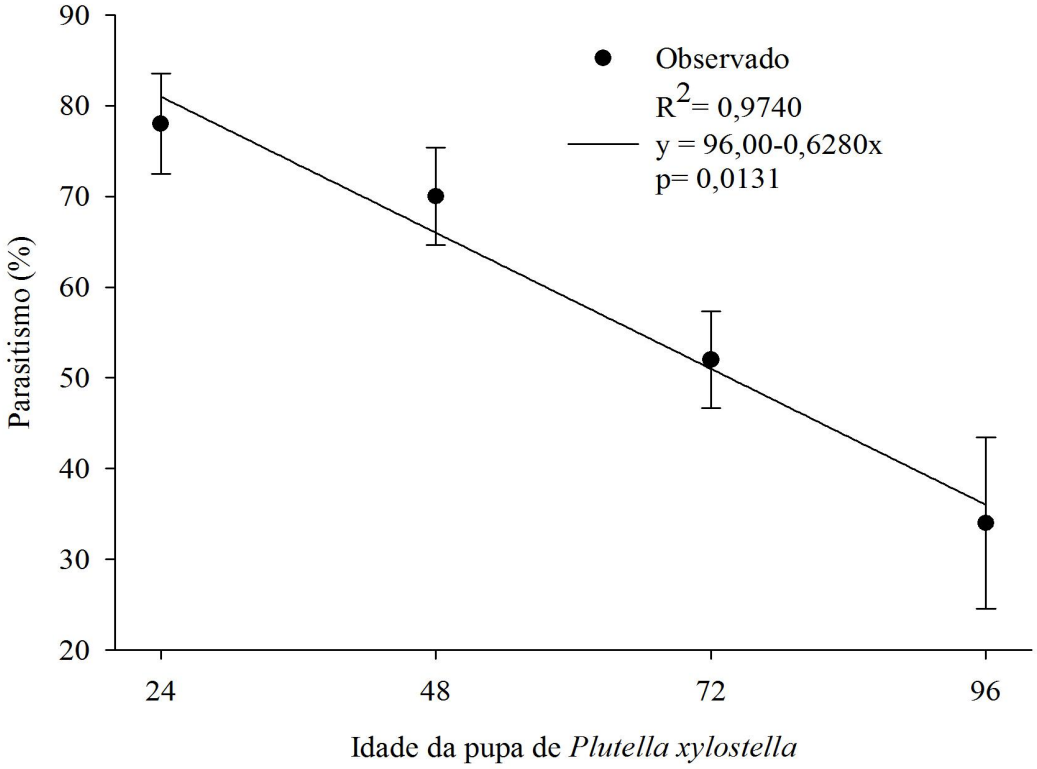

Figura 1. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de 24, 48, 72 e 96 horas de idade de *Plutella xylostella* 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

TABELA 3. Médias (±erro padrão) características biológicas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de 24, 48, 72 e 96 horas de idade de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Caracteristicas Biológicas	Pupas (24h)	Pupas (48h)	Pupas (72h)	Pupas (96h)
Emergência (%)	14,49 ± 5,00b	61,49 ± 9,83a	66,60 ± 12,91a	46,67 ± 14,49a
Progênie	13,00 ± 2,70a	10,08 ±1,07a	10,67 ± 1,65a	9,97 ± 1,10a
Razão sexual	0,94 ± 0,02a	0,86 ± 0,08b	0,86 ± 0,02b	0,85 ± 0,02b
Duração do ciclo	17,60 ± 0,24b	18,22 ± 0,33a	17,03 ± 0,36b	18,86 ± 0,27a
Longevidade ♂	15,09 ± 0,29a	18,40 ± 1,02a	18,10 ± 1,48a	17,80 ± 1,26a
Longevidade ♀	13,10 ± 0,68a	12,40 ± 0,95a	13,30 ± 1,04a	12,90 ± 1,07a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

TABELA 4. Médias (±erro padrão) das características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de 24, 48, 72 e 96 horas de idade de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).

Características Biológicas	Pupas (24h)	Pupas (48h)	Pupas (72h)	Pupas (96h)
Parasitismo (%)	10,00 ± 5,37a	12,00 ± 8,50a	12,00 ± 6,79a	*
Emergência (%)	20,00 ± 13,33a	17,50 ± 11,81a	25,00 ± 13,43a	
Progênie	14,69 ± 0,00a	12,42 ± 0,13a	11,17 ± 1,74a	
Razão sexual	0,95 ± 0,05a	0,88 ± 0,00a	0,91 ± 0,01a	
Duração de ciclo	19,00 ± 0,00a	18,17 ± 0,07a	18,22 ± 0,22a	
Longevidade ♂	15,70 ± 1,78a	15,50 ± 0,41a	13,90 ± 0,97a	
Longevidade ♀	13,50 ± 1,50a	10,50 ± 0,04a	11,00 ± 1,52a	

* Não foram obtidos dados para condução das análises devido parasitismo nulo. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

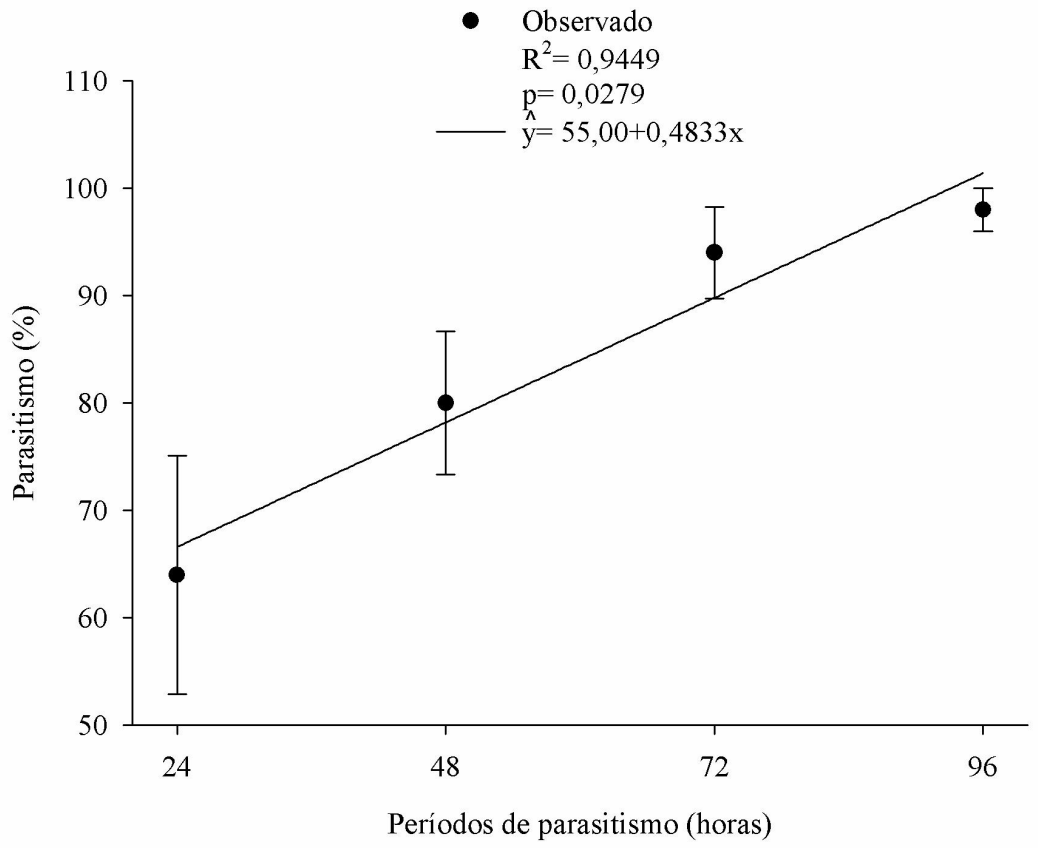

Figura 2. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em larvas de 4º instar de *Plutella xylostella* por diferentes períodos a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

TABELA 5. Médias (±erro padrão) das características biológicas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) a lagartas de 4° instar de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes períodos de exposição a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Características Biológicas	(24h)	(48h)	(72h)	(96h)
Emergência (%)	35,50 ± 7,71b	89,66 ± 5,72a	71,00 ± 8,24a	4,00 ± 7,77a
Progênie	15,50 ± 2,36a	14,56 ± 0,83a	16,52 ± 1,23a	6,50 ± 0,63a
Razão sexual	0,84 ± 0,04a	0,87 ± 0,01a	0,90 ± 0,04a	0,90 ± 0,06a
Duração do ciclo	18,08 ± 0,34a	18,96 ± 0,09a	14,50 ± 0,30b	15,00 ± 0,12b
Long. ♂	17,00 ±0,29a	16,20 ± 1,33a	15,10 ± 1,40a	15,30 ± 1,13a
Long. ♀	11,30 ± 1,04a	11,30 ± 2,00a	12,00 ± 0,76a	13,00 ± 1,05a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

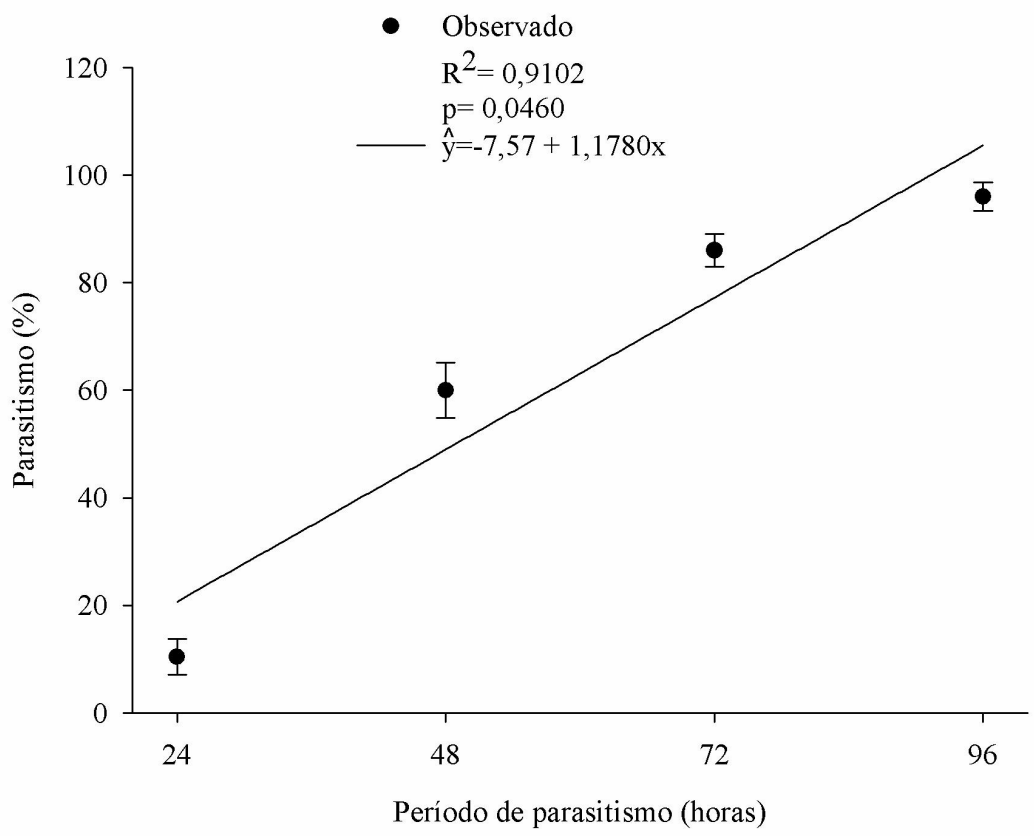

Figura 3. Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em larvas de 4º instar de *Plutella xylostella* por diferentes períodos a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

TABELA 6. Médias (±erro padrão) das características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) a lagartas de 4° instar de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por diferentes períodos de exposição a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % (UR) e 14 h de fotofase.

Características Biológicas	(24h)	(48h)	(72h)	(96h)
Emergência (%)	50,00±16,66a	40,10±12,68a	41,50±6,01a	55,50±6,34a
Progênie	12,40±0,60b	19,61±1,67a	16,25±1,09a	17,10±0,87a
Razão sexual	0,95±0,19a	0,93±0,01a	0,94±0,008a	0,92±0,01a
Duração do ciclo	18,8±0,20a	15,00±0,00a	16,00±0,10a	17,00±0,00a
Longevidade ♂	13,50±1,10a	14,60±1,36a	15,30±1,36a	14,80±1,22a
Longevidade ♀	11,50± 2,21a	11,90±0,99a	10,90±1,12a	10,50±0,95a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

CAPITULO III

Reprodução de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) com diferentes densidades

Reprodução de *Tetrastichus howardi* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) com diferentes densidades

RESUMO

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) e *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) são parasitoides, principalmente de lepidópteros com destaque para *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). O objetivo deste trabalho foi avaliar se densidade de lagartas de *P. xylostella* pode comprometer o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (LECOBIOL) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados (MS). Uma fêmea de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraeae* com 24 ou 72 horas de idade, respectivamente, previamente alimentadas com mel, foi individualizadas em tubos de vidro com lagartas de 4º ínstar de *P.xylostella* nas respectivas proporções de parasitoide : hospedeiro (1:2; 1:4; 1:6; 1:8, 1:10). O período de parasitismo foi de 48 horas. O material permaneceu em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos dos parasitoides ou do inseto hospedeiro. O número de pupas parasitadas por *Te. howardi* e *Tr. diatraae* foi proporcional ao aumento da densidade de lagartas de *P. xylostella*. O número de pupas com emergência, a duração do ciclo de vida e progênie e razão sexual foram semelhantes entre os tratamentos avaliados com média geral de 2,01±0,28, 17,79 ± 0,11 dias, 24,89 ± 1,95 indivíduos e 0,91 ± 0,01, respectivamente ($p \geq 0,05$) para *Te. howardi*. A longevidade de machos e fêmeas descresceu com o aumento da densidade de lagartas disponíveis para *Te. howardi* alcançando 16 e 11, 3 dias respectivamente. O menor número de pupas com emergência de *Tr. diatraeae* foi ao se utilizar 2 lagartaspor fêmea do parasitoide. Aa duração do ciclo de vida e razão sexual foram semelhantes entre os tratamentos avaliados com média geral de 17,56±0,18 dias e 0,92±0,01, respectivamente ($p \geq 0,05$) para *Tr. diatraeae*. A longenvidade dee machos e fêmeas descresceu com o aumento da densidade de lagartas disponíveis alcançando 8,0 e 6 dias, respectivamente. As maiores progênies 50,65 ± 3,23 e 47,42 ± 2,68 foram observadas na densidade de 8 e 10 lagartas, respectivamente disponibilizadas por fêmea de *Tr. diatraeae*. Fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* conseguem parasitar lagarta e emergir na pupa de *P. xylostella*. Uma única fêmea de *Te. howardi* parasitou até cinco lagartas de *P. xylostella* em 48 horas. Uma única fêmea de *Tr. diatraeae* parasitou até seis lagartas de *P. xylostella* em 48 horas.

Palavras-chave: Endoparasitoid, Traça-das-crufíferas, Biologia reprodutiva.

ABSTRACT

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) and Trichospilus diatraeae (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) are parasitoids, mainly of Lepidoptera like the *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). The objective of this work was to evaluate if the *P. xylostella* caterpillar density can compromise parasitism and development of *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*. The paper was carried out at the Laboratory of Biological Control of Insects (LECOBIOL) of the Faculty of Biological and Environmental Sciences (FCBA) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados (MS). A female of *Te. howardi* or *Tr. diatraeae* with 24 or 72 hours of age, respectively, previously fed with honey, were individualized in glass tubes with *P. xylostella* 4th instar caterpillars in the respective proportions of parasitoid: host (1: 2, 1: 4, 1: 6, 1: 8, 1:10). The period of parasitism was 48 hours. The material was kept in an air conditioned chamber at 25 ± 1 °C, 70 ± 10% relative humidity (RH) and 14 h photophase until the emergence of parasitoids or host insects. The number of pupae parasitized by *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* was proportional to the increase in *P. xylostella* caterpillar density. The number of pupae with emergence, duration of life cycle and progeny and sex ratio were similar among treatments evaluated with a general mean of 2.01 ± 0.28, 17.79 ± 0.11 days, 24.89 ± 1, 95 individuals and 0.91 ± 0.01, respectively ($p \geq 0.05$) for *Te. howardi*. The longevity of males and females declined with increasing density of caterpillars available for *Te. howardi* reaching 16 and 11, 3 days respectively. The lowest number of pupae with emergence of *Tr. diatraeae* when using 2 female larvae of the parasitoid. Life-cycle duration and sex ratio were similar among treatments evaluated with an overall mean of 17.56 ± 0.18 days and 0.92 ± 0.01, respectively ($p \geq 0.05$) for *Tr. diatraeae*. The longevity of males and females declined with increasing density of available caterpillars reaching 8.0 and 6 days, respectively. The highest progenies 50.65 ± 3.23 and 47.42 ± 2.68 were observed in the density of 8 and 10 caterpillars, respectively available by female of *Tr. diatraeae*. Females of *Te. howardi* and *Tr. diatraeae* can parasite caterpillar and emerge in the pupa of *P. xylostella*. A single female of *Te. howardi* parasitized up to five *P. xylostella* caterpillars in 48 hours. A single female of *Tr. diatraeae* parasitized up to six *P. xylostella* caterpillars in 48 hours.

Key words: Endoparasitoid, Reproductive biology, diamondback moth.

1. INTRODUÇÃO

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide, principalmente de pupas de Lepidoptera (KFIR et al., 1993; KARINDAH et al., 2005; CRUZ et al., 2011; OLIVEIRA, 2013, BARBOSA et al., 2018). Já foi registrado parasitando lagartas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (KARINDAH et al., 2005; SILVA-TORRES et al., 2010; PEREIRA et al., 2015).

Tetrastichus howardi foi estudado como agente de controle de *D. saccharalis* nos plantios de cana-de-açúcar em Cuba e também foi utilizado por produtores que participaram de programas integrados de controle de *P. xylostella* em cultivos de repolho na Indonésia (GONZÁLEZ et al., 2003a; FELIX et al., 2005). O parasitismo em laboratório foi superior a 90% quando *Te. howardi* foi exposto a pupas de *D. saccharalis* (PÉREZ et al., 2008, *P. xylostella* (KARINDAH et al., 2005), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (LUCCHETTA, 2016) e *Erinnyis ello* (Linnaeus, 40 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) (BARBOSA et al., 2015). O parasitismo de *Te. howardi* em pupas de *P. xylostella*, conhecida como traça-das-crucíferas, considerada a principal praga das brássicas em praticamente todo o mundo; (CHENG et al., 2008), já foi registrado no estado de Pernambuco (SILVA-TORRES et al., 2010)

Trichospilus diatraeae pode ser criado no laboratório em hospedeiro natural *D. saccharalis* e alternativos com *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (FÁVERO, 2009) e *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (PASTORI, 2010). O parasitismo de *Te. diatraeae* foi registrado durante levantamento de pragas e inimigos naturais do repolho na Jamaica (ALAM, 1990).

A criação de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* e sua possível utilização em programas de controle biológico exigem a avaliação de sua capacidade reprodutiva, em função das densidades do parasitoide e de seu hospedeiro. O número de parasitoides por hospedeiros interfere na qualidade e quantidade de parasitoides produzidos, devido às exigências nutricionais para o desenvolvimento dos mesmos (PEREIRA et al., 2010, (PENNACCHIO & STRAND 2006; MOREAU & ASGARI 2015). Em adição, conhecer como os parasitoides respondem às variações da densidade do hospedeiro permite compreender a habilidade do inimigo natural em controlar a população da praga (SILVA-TORRES et al., 2010). O objetivo deste

trabalho foi avaliar se densidade de lagartas de *P. xylostella* pode comprometer o parasitismo e desenvolvimento de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle biológico de Insetos (LECOBIOL) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados (MS), com as seguintes etapas:

2.1. Criação e manutenção de insetos para condução dos experimentos.

***Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).** Inicialmente pupas de *P. xylostella* foram coletadas em plantações de Brássicas em Dourados, MS. Para manutenção da criação, estas pupas foram acondicionadas em gaiolas plásticas (10,0cm x 1,0cm) até a fase adulta, sendo alimentados com solução de mel a 10%, fornecida em algodão. No interior das gaiolas, diariamente, os discos de couve sobre papel filtro umedecidos foram trocados, para que os adultos podessem ovipositar. Em seguida, os discos de couve com os ovos foram colocados em vasilhas de plástico de dimensões 25×18×13cm, juntamente com as folhas novas de couve até eclosão das lagartas. Estas foram alimentadas com folhas de couve orgânica (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), até atingirem a fase de pupas (BARROS, 2012).

***Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** Lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados com dieta artificial (PARRA, 2007) até atingirem o 4º instar e depois transferidas, para Placas de petri medindo (6,5cm x 2,5cm) com dieta artificial até se formação de pupas. As pupas foram recolhidas, sexadas (20 machos e 30 fêmeas) e colocadas em gaiolas de PVC (10 x 22cm), e no seu interior com folhas de papel sulfite umedecido, como substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo "voil" e elástico seguindo a metodologia (PARRA, 2007).

***Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Te. howardi* com 24 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro para sua alimentação. Pupas de *D. saccharalis* com 24 hroas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas.

Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (VARGAS et al., 2008).

***Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae).** Cinco fêmeas adultas de *Tr. diatraeae* com 48 a 72 horas de idade foram mantidas em tubos de vidro (14,0cm de diâmetro e 2,0cm de altura) tampados com pedaços de algodão e dentro desses tubos foram inseridas gotículas de mel puro para sua alimentação. Pupas de *D. saccharalis* com 24 hroas de idade foram expostas individualmente ao parasitoide por 24 horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos (GLAESER et al., 2011).

2.2. Desenvolvimento experimental

Uma fêmea de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraeae* com 24 (OLIVEIRA, 2013) ou 72 horas de idade (GLAESER, 2011), respectivamente, previamente alimentadas com mel, foi individualizada em tubos de vidro com lagartas de 4º ínstar de *P.xylostella* nas respectivas proporções de parasitoide:hospedeiro (1:2; 1:4; 1:6; 1:8, 1:10). O período de parasitismo foi de 48 horas. Após este, as fêmeas dos parasitoides foram removidas com o auxílio de um pincel e as lagartas de *P. xylostella* receberam discos de couve de 2 cm^2 para sua alimentação. O material permaneceu em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ± 10% de umidade relativa (UR) e 14 h de fotofase, até a emergência de adultos dos parasitoides ou do inseto hospedeiro.

Para constatar a viabilidade do hospedeiro, 25 lagartas de 4º ínstar de *P. xylostella* foram individualizadas em placas de petri de poliestireno cristal nas mesmas condições anteriormente citadas, contendo discos de couve de 2 cm^2 para sua alimentação, porém sem a presença de parasitoides (testemunha), dessa forma determinando o número de adultos de *P. xylostella*.

O número de lagartas parasitadas = [(número de lagartas de *P. xylostella* com emergência de parasitoides nas pupas + lagartas que se transformaram em pupa sem emergência de adultos de *P. xylostella* /(número total de lagartas)]; a porcentagem de emergência (%E) [(número de lagartas que viraram pupas de *P. xylostella* com emergência de adultos dos parasitoides)/(número de lagartas ou parasitadas) × 100]; a duração do ciclo de vida (perído de desenvolvimento do parasitoide imaturo contado a

partir do dia do parasitismo até a emergência do adulto); a progênie total (número de parasitoides emergidos por hospedeiro parasitado); a razão sexual (número de fêmeas/número de total de adultos emergidos) e a longevidade média foram parâmetros biológicos avaliados.

Para avaliação da longevidade média de machos e de fêmeas, foram selecionados ao acaso 10 fêmeas e 10 machos de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraeae* de cada tratamento, sendo essa seleção realizada no dia de sua emergência, individualizados em microtubos (eppendorfs) vedados com algodão, e contendo uma gotícula de mel puro, onde permaneceram sendo observados diariamente até a sua morte. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com o dimorfismo sexual observado nas antenas de *Te. howardi* (LA SALLE & POLASZEK 2007) e o sexo dos adultos de *Tr. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e abdome (PARON, 1999).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (densidade do hospedeiro), sendo cada tratamento composto por cinco repetições, e cada repetição representada pela individualização de cinco lagartas de *P. xylostella* e uma fêmea de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraeae*, totalizando vinte e cinco lagartas (unidades experimentais) por tratamento.

Os dados do parasitismo e da longevidade de machos e de fêmeas de cada parasitoide foram submetidos à análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (ßi) e na análise de regressão pelo teste F (ao nível de 5% de probabilidade). Os demais dados foram submetido à análise de variância e ao Teste de Scott-Knot (SASM-agri-sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas), pois não nenhuma equação de regressão se ajustou.

3. RESULTADOS

O aumento da densidade de pupas de *P. xylostella* contribuiu para o incremento no parasitismo desse hospedeiro por *Te. howardi* e *Tr. diatraae*. Uma única fêmea de *Te. howardi* ou de *Tr. diatraae* parasitou até cinco ou seis lagartas de *P. xylostella*, respectivamente em 48 horas de contato das lagarta com a fêmea parasitoide. É

importante ressaltar que não houve emergência dos parasitoides na fase de lagarta e sim na fase de pupa.

O número de pupas parasitadas por *Te. howardi* e *Tr. diatraae* foi proporcional ao aumento da densidade de lagartas de *P. xylostella* (p= 0,0168 e p=0,0164). O número de pupas com emergência, a duração do ciclo de vida a progênie e a razão sexual foram semelhantes entre os tratamentos avaliados com média geral de 2,01±0,28, 17,79 ± 0,11 dias, 24,89 ± 1,95 indivíduos e 0,91 ± 0,01, respectivamente (p≥ 0,05) para *Te. howardi*. Por outro lado, a longevidade de machos e de fêmeas descresceu com o aumento da densidade de lagartas disponíveis para *Te. howardi* alcançando 16 e 11,3 dias respectivamente.

O menor número de pupas com emergência de *Tr. diatraeae* foi observado quando se utilizou duas lagartas por fêmea do parasitoide (TABELA 2). Por outro lado, a duração do ciclo de vida e a razão sexual foram semelhantes entre os tratamentos avaliados com média geral de 17,56±0,18 dias e 0,92±0,01, respectivamente (p≥ 0,05) para *Tr. diatraeae*. A longenvidade de machos e fêmeas descresceu com o aumento da densidade de lagartas disponíveis alcançando 8,0 e 6 dias, respectivamente. Importante ressaltar que as maiores progênies 50,65 ± 3,23 e 47,42 ± 2,68 foram observadas na densidade de 8 e 10 lagartas, respectivamente disponibilizadas por fêmea de *Tr. diatraeae*.

4. DISCUSSÃO

Fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* ficaram mais estimuladas a parasitar quando expostas a um maior número de lagartas de *P. xylostella* devido ao número de parasitismo dos parasitoides

. Isto pode ser explicado pelo potencial reprodutivo peculiar dessas espécies de eulofídeos visando garantir a sucessão de suas gerações. Tendo em vista que lagartas ou pupas parasitadas podem ser predadas ou mortas por fatores abióticos. Então quando maior o número de hospedeiros parasitados, maior será a chance de sobrevivência de seus descendentes. O parasitismo de até seis lagartas do hospedeiro em 48 horas de contato nos permite afirmar que uma fêmea de *Te. howardi* pode parasitar mais de uma lagarta por dia. Isto procede com as informações na literatura de *Te. howardi* utiliza de 6 a 14 min para ovipositar em uma lagarta de *P. xylostella* e

aproximadamente 30 min para parasitar uma pupa de *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) em laboratório (GONZÁLEZ et al., 2003; KARINDAH et al., 2005).

A exposição de uma fêmea de *Te. howardi* a seis, nove ou doze pupas de *D. saccharalis* resultou em parasitismo médio de quatro pupas (VARGAS, 2013). Resultado semelhante foi observado ao se disponiblizar diariamente pupas de *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) para fêmeas de *Te. howardi*, as quais causaram a mortalidade de até quatro pupas desse hospedeiro (KFIR et al., 1993). Em adição apenas uma fêmea de *Te. howardi* parasitou até cinco pupas de *G. mellonella* durante sua fase reprodutiva. Ressalta-se que o ajuste de capacidade de se reproduzir de acordo com a variação da densidade do hospedeiro é uma características importante de parasitoides eficientes com elevado potencial biótico (VAN LENTEREN, 2009). Ou seja, mesmo que *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* não consigam emergir de todas as lagartas e pupas parasitadas, o simples fato de causar a mortalidade do hospedeiro ou reduzir sua alimentação, já é um fato importante para a redução da população do inseto-praga.

O número de pupas com emergência de *Te. howardi* foi igual, independente do aumento da disponibilidade de hospedeiro. No trabalho de (VARGAS, 2013), o número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de *Te. howardi* aumentou com a densidade do hospedeiro. A autora pressupõe que esse comportamento da fêmea de *Te. howardi* seja um mecanismo para garantir sua descendência em um hospedeiro. Apesar de não ser possível afirmar que as pupas com maior progênie foram as primeiras a serem parasitadas, sabe-se que as fêmeas parasitoides gastam energia com a oviposição e sua fecundidade reduz com a idade (ROITBERG et al. 2001; GÜNDÜZ e GÜLEL, 2005; PASTORI et al., 2012b). Isto foi afirmado por González (2004) que observou que *Te. howardi*, ao ser exposto diariamente a pupas de *G. mellonella*, produziu maior número de descendentes nas primeiras 72 horas.

O superparatismo pode ser uma estratégia adaptativa, pois uma fêmea, ao ovipositar em um hospedeiro previamente parasitado, alcançaria uma expectativa reprodutiva mais elevada do que se decidisse rejeitá-lo (MANGEL, 1992). Dependendo do parasitoide, o superparasitismo decresce o número de fêmeas da progênie (SOARES et al., 2009). Algumas espécies de parasitoides são capazes de

ajustar o número e o sexo dos descendentes em função da relação entre o número de fêmeas progenitoras e a disponibilidade de hospedeiro (GODFRAY, 1994; BURTON-CHELLEW et al., 2008), com o tamanho ou qualidade do recurso hospedeiro (AMALIN et al., 2005; SOARES et al., 2009; PASTORI et al., 2012).

A razão sexual de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* emergidos de larvas de *P. xylostela* foi semelhante, independente da disponibilidade do hospedeiro sendo acima de 0,90. A alta proporção de fêmeas em relação a machos também é característica de outro parasitoide da família Eulophidae conhecido como *P. elaeisis* (CHICHERA et al., 2012; PASTORI et al., 2012; FAVERO et al., 2013). Sabe-se que razão sexual é um atributo importante para sistemas de multiplicação de parasitoides, experimentos de laboratório e seleção de indivíduos para liberação no campo, pois as fêmeas parasitoides são responsáveis pela geraççoes posteriores (AMALIN et al., 2005).

O fato de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* apresentarem a capacidade de parasitar e completarem o seu desenvolvimento em diferentes fases do hospedeiro é um diferencial destas espécies. Sabe-se que a mudança da fase de pupa para adulto é regulada pelos hormônios ecdisônio e de eclosão, que promovem a formação da cutícula do adulto e a ecdise (COSTA e IDE, 2006). Neste caso, os imaturos de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* superaram as alterações hormonais do processo de metamorfose e atingiram a fase adulta. Essa relação entre parasitoide e hospedeiro pode ser regulada por parasitoides visando tornar o hospedeiro adequado para sustentar as necessidades nutricionais específicas da fase imatura desses inimigos naturais (SALVADOR e CÔNSOLI, 2008).

Tetrastichus howardi e *Tr. diatraeae* apresentaram alta capacidade reprodutiva ao parasitar, emergir e produzir um grande número de fêmeas parasitoides em diferentes densidades de larvas de *P. xylostella*. Assim visando dar continuidade a este trabalho, novos estudos devem ser conduzidos para se verificar a eficiência biológica de fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em suprimir as populações de *P. xylostella* em condições de semi-campo e campo.

5. CONCLUSÕES

Fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* conseguem parasitar lagartas e emergir na pupa de *P. xylostella*. Uma única fêmea de *Te. howardi* parasitou até cinco

lagartas de *P. xylostella* em 48 horas. Uma única fêmea de *Tr. diatraeae* parasitou até seis lagartas de *P. xylostella* em 48 horas.

6. REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

AMALIN, D. M.; PEÑA, J. E.; DUNCAN, R. E. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologyst**, v.88, p.77-82, 2005.

ALAM, M. M. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands. In: INTERNATIONAL WORKSHOOP OF IAMONDBACK MOTH AND OTHER CRUCIFERS PESTS, 2., 1990, Taiwan. Proceeding... **Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center**, v.26, p.233-243, 1990.

BARROS, R.; THULER, R. T.; PEREIRA, F. F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: PRATISSOLI, D. (Org.). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais.** 1. ed. Vitória: Edufes, v.1, p.65-84, 2012.

BARBOSA, R. H.; PEREIRA, F. F.; MOTOMIYA, A. V.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; TORRES, J. B.; SILVA, R. M. M. F.; PASTORI, P. L. *Tetrastischus howardi* density and dispersal toward augmentation biological control of sugarcane borer**. Neotropical Entomology**, v.47, p.1-9, 2018.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C.; COSTA, D. P.; BERNDT, M. A. . Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) pupae. **Ciência Rural** (UFSM. Impresso), v.45, p.185-188, 2015.

BURTON-CHELLEW, M. N.; KOEVOETS, T.; GRILLENBERGER, B. K.; SYKES, E. M.; UNDERWOOD, S. L.; BIJLSMA, K.; GADAU, J.; ZANDE, L. van de.; BEUKEBOOM, L.W.; WEST, S. A.; SHUKER, D. M. Facultative sex ratio adjustment in natural populations of wasps: cues of local mate competition and precision of adaptation. **American Naturalist**, v.172, p. 393-404, 2008.

CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v.7, p.847-852, 2008.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; ENTEADODIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v.68, p.252-254, 2011.

CHICHERA, R. A.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; BARBOSA, R. H.; PASTORI, P. L.; ROSSONI, C. Capacidade de busca e reprodução de *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Interciencia**, v.37, p.852-856, 2012.

COSTA, C.; IDE, S. Crescimento e muda. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (Eds.). **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, p.31-36, 2006.

FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; 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.

FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FELIX, J.; GONZALEZ, A.; MONTES DE OCA, F. N.; RAVELO, H. G.; BAITHA, A. Interaction of *Lixophaga diatraeae* (Towns.) and *Tetrastichus howardi* (Olliff.) for Management of *Diatraea saccharallis* (Fab.) in Cuba. **Sugar Tech**, v.7, p.5-8, 2005.

GONZÁLEZ, J. F. Á.; OCA, F. N. M.; RAVELO, H. G. *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae): nuevo parásito pupal de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) en Cuba. **Centro Agricola**, v.30, p.93, 2003.

GONZÁLEZ, J. F. A. **Estudios bioecológicos, reproducción artificial y liberación de *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide pupal de *Diatraea saccharalis* (Fab.) en Cuba**. 2004. 176 f. Tese (Doctor en Ciencias Agrícolas) – Universidad Central de Las Villas, Cuba.

GÜNDÜZ, E. A.; GÜLEL, A. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. **Turkish Journal of Zoology**, v.29, p.291-294, 2005.

GLAESER, D. F. **Características biológicas e comportamnetais de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 2011.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados.

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

KFIR, R. Parasitoids of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) in South Africa: Anannotated list**. Entomophaga** v.42, p.517-523, 1997.

KARINDAH, S.; SULTANTO, E. S.; SULISTYOWATI, L. Parasitoid larva-pupa *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) pada P*lutella xylostella* l. (Lepidoptera: Yponomeutidae) di pertanaman kubis kota batu dan kabupaten malang. **Jurnal Entomologi Indonesia**, v.2, p.61- 68, 2005.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, p.45-56, 2007.

LUCCHETTA, J. T. **Parasitismo E Desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** Dourados, MS. UFGD. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 67p.

MOREAU S., ASGARI S. 2015. Venom Proteins from Parasitoid Wasps and Their Biological Functions. **Toxins.** v.7, p.2385-2412, 2015.

OLIVEIRA, F. G. **Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Dissertação (Mestrado Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

PARON, M. R. **Bioecologia de Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de pupas de Lepidoptera.** 57 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 1999.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Efeito da idade do parasitoide e do hospedeiro na reprodução de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, p.349-353, 2010.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; CALADO, V. F. R.; SILVA, R. O. Densidade de fêmeas de *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) para sua reprodução em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, p.525-532, 2012.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; CHICHERA, R. A.; ANDRADE, G. S. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae with alternative and natural hosts. **Zoologia**, v.27, p.887-891, 2010.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on the caterpillars, pupae and adults of *diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **The Florida Entomologist,** v.98, p.384-387, 2015.

PÉREZ, J. A.; ÁLVAREZ, M. V.; MARRERO, M. G.; ARROJO, L. R.; SANABRIA, E. M. Critérios ecológicos em el manejo de plagas de la caña de azúcar y cultivos vários una opción para lograr alimentos sanos. **Agroecología**, v.3, p.51-53, 2008.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M. R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v.51, p.233-258, 2006.

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

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.29, p.835-838, 2010.

SALVADOR, G.; CÔNSOLI, F. L. Changes in the hemolymph and fat boy metabolites of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) parasitized by *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.45, p.103-110, 2008.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.;GLAESER, D. F.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, F. G.; PASTORI, P. L. SEARCHING AND PARASITISM OF *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) BY *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE). **Acta Biologica Colombiana**, v.18, p.259-264, 2013.

VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009, p. 11-32.

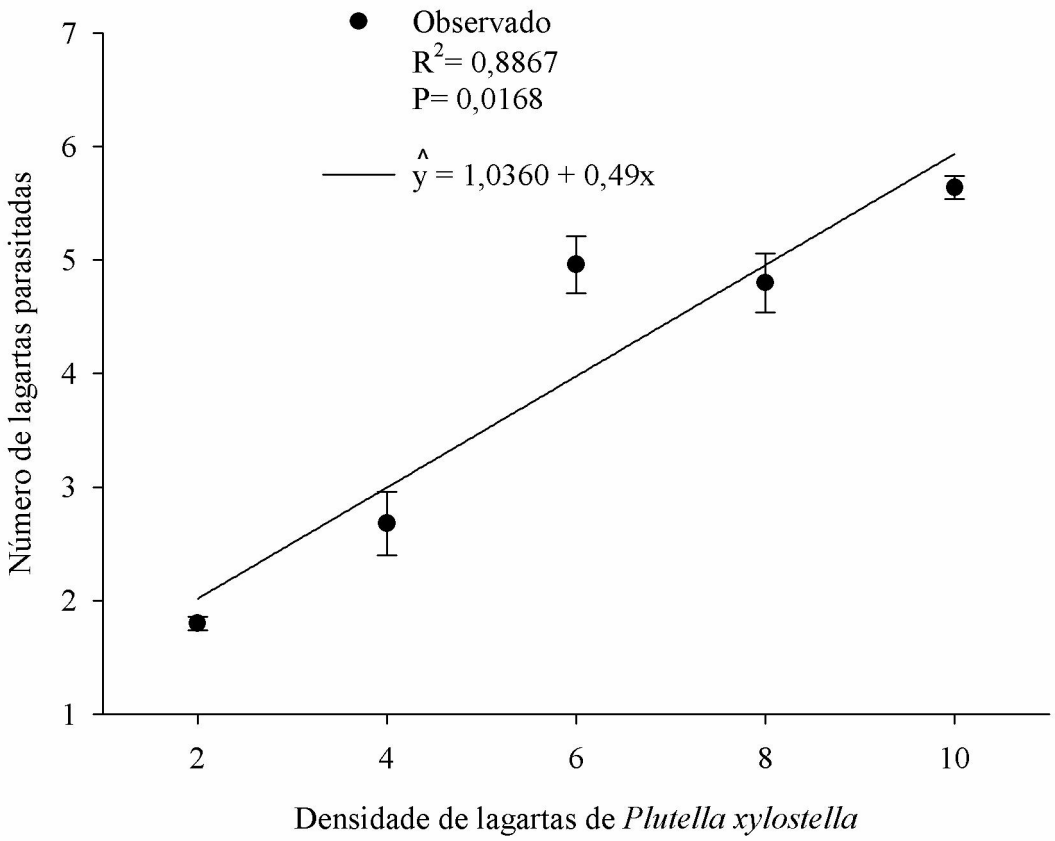

Figura 1. Número de lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) parasitadas por fêmea de *Tetratichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae). Por 48 horas em ambiente de laboratório a 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

Tabela 1. Médias (± erro padrão) das características biológicas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em lagarta com emergência na pupa de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).

Fêmea de *T. howardi*/lagartas de *P. xylostella*	Número de pupas com emergência de *T. howardi*	Duração do ciclo de vida (ovo-adulto)	Progênie	Razão sexual
1:2	1,20 ±0,20 a	18,20±0,20 a	21,04±2,14 b	0,92±0,01 a
1:4	2,12± 0,54 a	17,80±0,20 a	22,12±1,00 b	0,90±0,08 a
1:6	1,80 ± 0,37 a	17,64±0,18 a	27,22±3,36 a	0,91±0,11 a
1:8	2,00 ± 0,54 a	17,55±0,15 a	22,05±3,32 b	0,90±0,01 a
1:10	2,96 ± 0,13 a	17,80±0,12 a	31,08±1,57 a	0,91±0,01 a
Média geral + EP	2,01 ± 0,28	17,79 ± 0,11	24,89 ± 1,95	0,91 ± 0,01

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo de teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

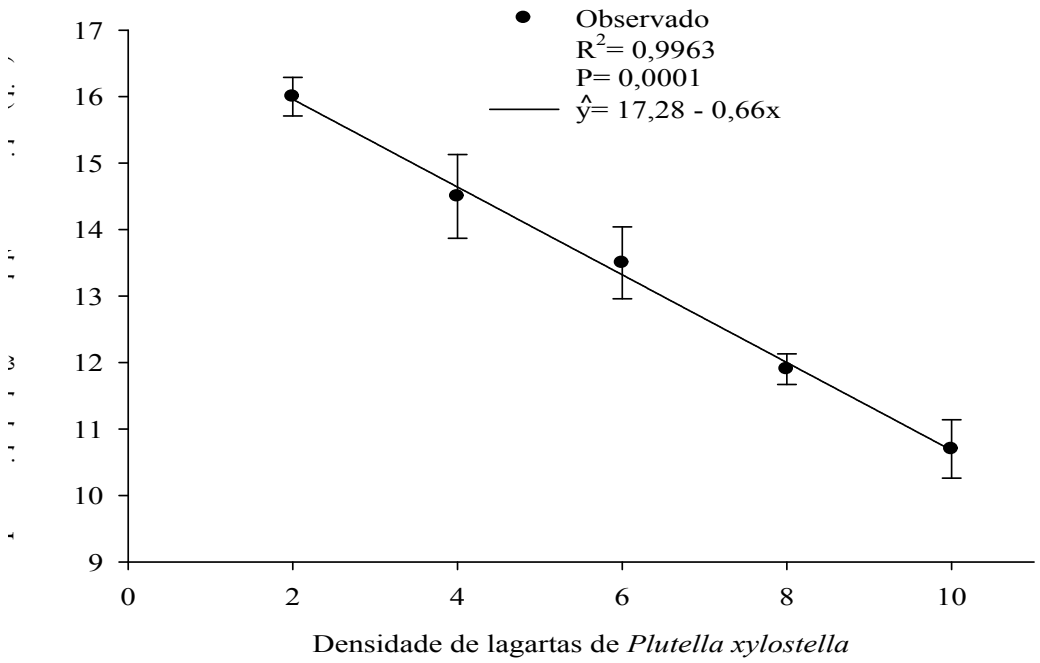

Fig 2. Longevidade de fêmeas adultas de *Tetratichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidas de pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) a 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

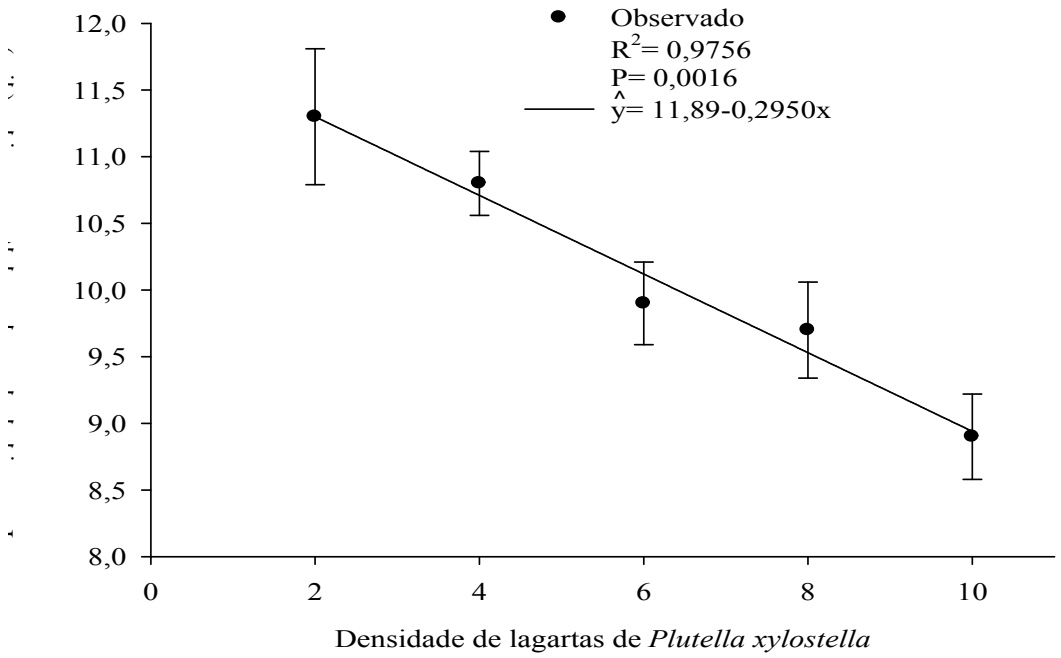

Fig 3. Longevidade de machos adultos de *Tetratichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos de pupas *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

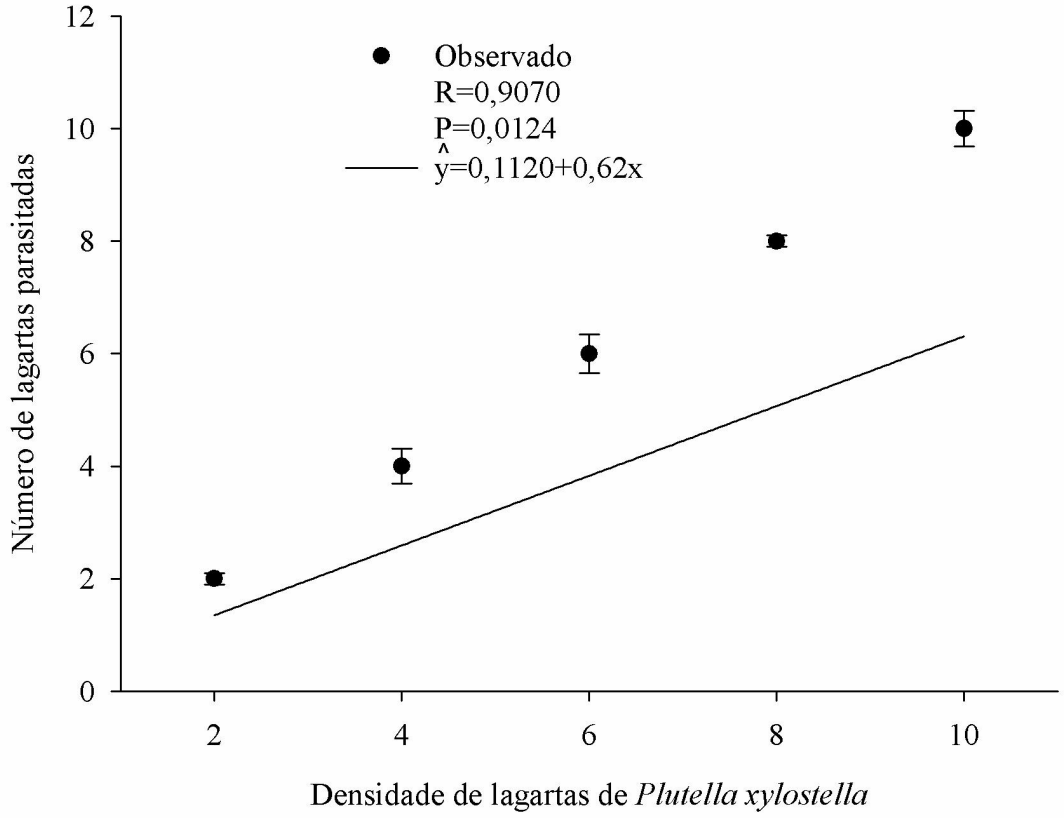

Fig.4 Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) parasitadas por fêmea de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em ambiente de laboratório a 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h

Tabela 2. Médias (± erro padrão) das características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em lagarta e emergido nas pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) a 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

Fêmea de *T. diatraeae* : lagartas de *P. xylostella*	Número de pupas com emergência de *T. diatraeae*	Duração do ciclo de vida (ovo-adulto)	Progênie	Razão sexual
01:02	1,48±0,22 b	18,10±0,05 a	23,39±1,52 b	0,93±0,01 a
01:04	2,60±0,50 a	17,11±0,12 a	28,87±0,24 b	0,93±0,01 a
01:06	2,68±0,38 a	17,60±0,24 a	17,98±3,23 b	0,92±0,03 a
01:08	2,96±0,42 a	17,20±0,37 a	50,65±3,23 a	0,93±0,01 a
01:10	3,84±0,38 a	17,80±0,20 a	47,42±2,68 a	0,93±0,01 a
Média geral + EP	2,30±56	17,56± 0,18	33,66±6,54	0,92±0,01

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste (Scott-Knot) a 5 % de probabilidade de erro.

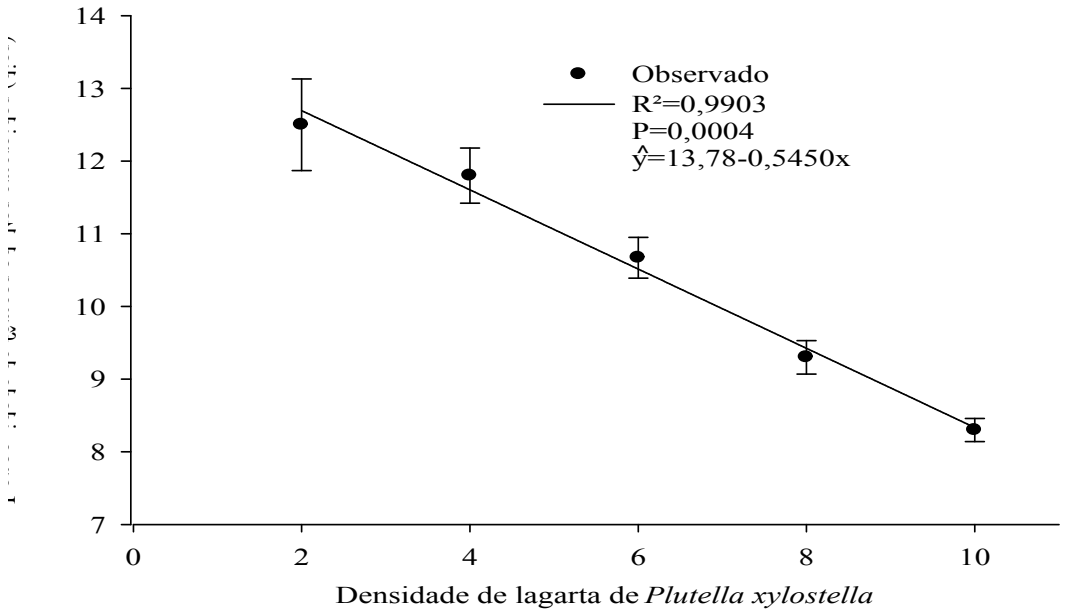

Fig.5 Longevidade de fêmeas adultas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidas de pupas *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) a 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

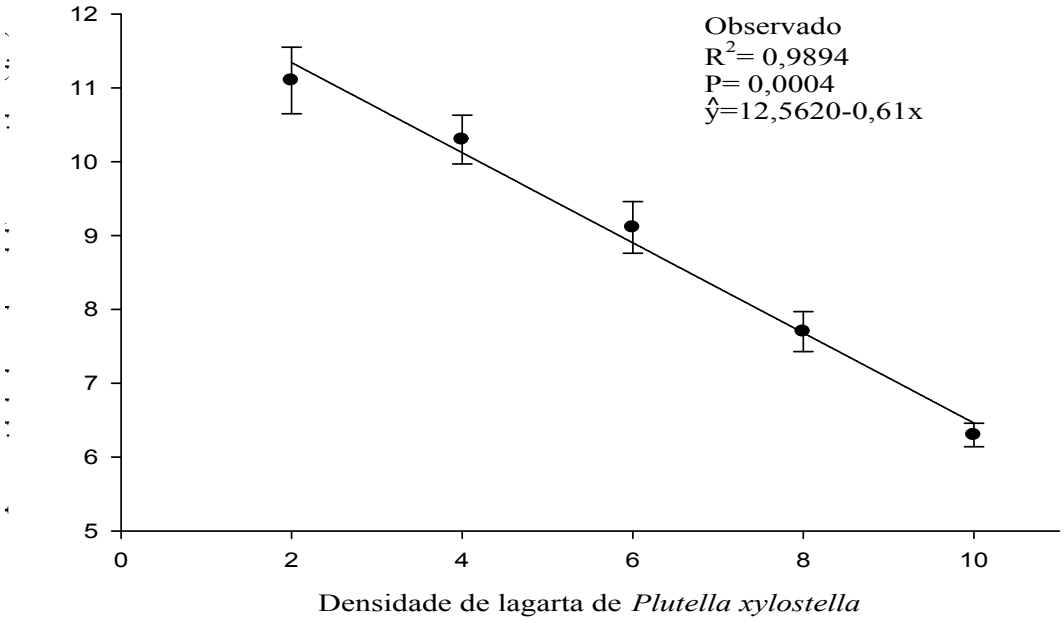

Fig.6 Longevidade de adultos machos de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidas de pupas *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). 25±2 °C, 70±10% (UR) e fotofase de 14 h.

CONCLUSÕES GERAIS

Palmistichus elaeisis não parasitou lagarta de 4º instar e pupa de *P. xylostella*. De maneira geral, *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* parasitaram e se desenvolveram em lagartas de 4º instar e pupa de *P. xylostella*, sendo *Te. howardi* o parasitoide mais eficiente.

Tetrastichus howardi apresentou as melhores características biológicas em lagartas de 4º instar de *P. xylostella.* O parasitismo de lagartas de 4º instar de *P. xylostella* por fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foi proporcional e linear com o aumento do período de parasitismo. De maneira geral, a progênie, razão sexual, duração do ciclo de vida e longevidade de machos em fêmeas de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* foram semelhantes quando estes parasitoides foram submetidos a diferentes períodos de exposição de parasitismo.

Fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* conseguem parasitar lagartas e emergir na pupa de *P. xylostella*. Uma única fêmea de *Te. howardi* parasitou até cinco lagartas de *P. xylostella* em 48 horas. Uma única fêmea de *Tr. diatraeae* parasitou até seis lagartas de *P. xylostella* em 48 horas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados obtidos nos trabalhos desta tese são inéditos e contribuem para o conhecimento sobre a biologia reprodutiva de *Te. howardi* e *Tr. diatraeae* em lagartas e pupas de *P. xylostella*. Além disso, são basais para compor um programa de controle biológico da traça-das-crucíferas. Assim visando dar continuidade a este trabalho, novos estudos devem ser conduzidos para se verificar a eficiência biológica de fêmeas de *Te. howardi* e de *Tr. diatraeae* em suprimir as populações de *P. xylostella* em condições de semi-campo e campo, como por exemplo avaliar a capacidade de dispersão vertical e horizontal de acordo com a fenologia das diferentes espécies de brássicas.

ANEXO 1. Fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (A) e de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) (C) e (D).