

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**BIOLOGIA E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE *Trichospilus*
diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE
Tenebrio molitor (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) E
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

KELLEN FÁVERO

DOURADOS-MS
(MARÇO/2009)

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**BIOLOGIA E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE *Trichospilus*
diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE
Tenebrio molitor (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) E
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

KELLEN FÁVERO

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira
Co-orientador: Honório Roberto dos Santos

DOURADOS-MS
(MARÇO/2009)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**BIOLOGIA E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE *Trichospilus*
diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE
Tenebrio molitor (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) E
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

KELLEN FÁVERO

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira
Co-orientador: Honório Roberto dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

DOURADOS-MS
(MARÇO/2009)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

595.798 Fávero, K.
F273b

Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)/ Kellen Fávero. – Dourados, MS: UFGD, 2009.

63f.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Co-orientador: Honório Roberto dos Santos

Dissertação (Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Controle biológico - Pragas. 2. Parasitóide pupal. 3. Hospedeiro. 4. Parasitismo. 5. Cana-de-açúcar – Pragas. I. Título.

“BIOLOGIA E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) E *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)”

Por

KELLEN FÁVERO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de concentração: Entomologia

Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador – UFGD

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular UFGD

Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular Embrapa/CPAO

Prof. Dr. Amarildo Pasini
Membro Titular UEL

Aos meus pais Noêmia e Orlando,
por todo amor, dedicação e incentivo.

Aos meus amigos, todos,
Pela energia positiva, apoio e companheirismo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por estar sempre me protegendo e iluminado meus passos.

A minha família, pelo incentivo constante, pelo carinho, confiança e apoio incondicional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao Professor Dr. Fabricio Fagundes Pereira por ter me apresentado ao parasitóide *Trichospilus diatraeae* com tanta paciência e competência, pela orientação, amizade e apoio.

Ao Professor Dr. Honório Roberto dos Santos pela oportunidade inicial de orientação, pelos ensinamentos transmitidos, pela confiança e pelo incentivo.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus amigos do Programa de Pós-Graduação pela amizade durante o curso, em especial a Daniele Perassa, Carla Cristina Dutra e Camila Meotti.

Aos colegas de laboratório, Elizangela Leite Vargas Grance, Maikon Alex Barbosa Santos, Daniele Fabiana Graeser pelo convívio agradável, pela experiência e pelo trabalho desenvolvido.

A técnica Janete Pezarine Greff de Lima pela colaboração e convivência.

A secretária de Pós-Graduação Leiza Inara Vargas pela atenção e serviços prestados.

A minha primeira companheira de moradia Larissa Barbosa Landefeldt e toda sua família por terem me recebido tão bem, pela amizade, carinho e preocupação.

A minha atual companheira de moradia Camila Moreira Batista, pela amizade, pelas longas conversas e conselhos.

Aos meus vizinhos Celina Irigaray Nishioka, Humberto Nishioka, Paulo André Ribeiro Santana, Julio Cezar Bertini e ao pequeno João Humberto Nishioka que foram mais que simples amigos, tornaram-se minha família em Dourados, tornando meus dias mais agradáveis.

Aos amigos que ficaram em Cuiabá, mas que sempre se fizeram presentes. Não vou citar todos para não correr o risco de esquecer de alguém.

Ao meu filhote e fiel companheiro Liel por existir e adoçar a minha vida, tornando meus dias solitários mais alegres.

A empresa Biosoluções pela oportunidade de estágio e pela concessão de pupas de *Diatraea saccharalis*.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido através de bolsa de estudo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

CONTEÚDO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS.....	6

<i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) como hospedeiro alternativo para criação do parasitóide <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae).....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Resultados.....	13
Discussão.....	13
Conclusões.....	14
Agradecimentos.....	15
Referências.....	15

Tabela de vida de fertilidade de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae), em pupas de <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae).....	18
Resumo.....	19
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados.....	23
Discussão.....	24
Conclusões.....	26
Agradecimentos.....	26
Referências.....	26

A densidade de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) afeta seu desenvolvimento em pupas de <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae)?.....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados.....	38
Discussão.....	38
Conclusões.....	41
Agradecimentos.....	42
Referências.....	42
Biologia de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) e <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae).....	50
Resumo.....	51
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material e Métodos.....	53
Resultados.....	55
Discussão.....	55
Conclusões.....	57
Agradecimentos.....	57
Referências.....	57

RESUMO

O potencial de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) como agente de controle biológico no Brasil é pouco conhecido e, por isso, esta pesquisa avaliou a viabilidade de pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) como hospedeiro alternativo, visando otimizar sua produção em laboratório para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Esta pesquisa foi conduzida no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados. Inicialmente, foi avaliado o desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* no hospedeiro *T. molitor* através da construção de tabela de vida e fertilidade. Pupas desse hospedeiro foram individualizadas com fêmeas do parasitóide em tubos de vidro. Diariamente, as pupas foram trocadas, até a morte de todas as fêmeas. A sobrevivência dos imaturos foi de 92,65%. As fêmeas do parasitóide apresentaram longevidade média estimada de $8,28 \pm 1,01$ (dias), com capacidade inata de aumentar em número de 0,15; taxa líquida de reprodução de 37,50; razão finita de aumento de 1,16; tempo médio entre as gerações de 23,67 dias e tempo de duplicação da população de 4,52 semanas. Constata-se que pupas de *T. molitor* são adequadas para o desenvolvimento de *T. diatraeae*. Posteriormente, foi avaliado o efeito da densidade na capacidade reprodutiva de *T. diatraeae* criado em pupas de *T. molitor*. Para isso, pupas de *T. molitor* com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo de fêmeas de *T. diatraeae* com 48 horas de idade, por 72 horas nas relações hospedeiro-parasitóide 1:1, 1:7, 1:14, 1:21, 1:28 e 1:32, respectivamente, com 12 repetições para cada tratamento. Observou-se porcentagens de parasitismo de 33,33 e 83,33% para as densidades de 1:1 e 14:1, respectivamente e de 100% para as demais. A emergência de indivíduos de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 75% na densidade de 1:1 e de 100% nas densidades de 21:1, 28:1, 32:1. A duração do ciclo de *T. diatraeae* variou de $21,00 \pm 2,22$ a $24,00 \pm 2,00$ dias, para as densidades de 32:1 e 1:1, respectivamente. A progênie de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* foi maior na densidade de 21:1 com média de $246,50 \pm 50,18$. A razão sexual decresceu com o aumento das densidades de *T. diatraeae*, variando entre $0,82 \pm 0,06$ e $0,97 \pm 0,01$. A proporção de 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* pode ser considerada a mais adequada para a criação desse parasitóide, devido a maior produção de descendentes em menor tempo de desenvolvimento. Em seguida avaliou-se o desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* em pupas do hospedeiro natural *D. saccharalis* e alternativo *T. molitor*. Pupas desses hospedeiros com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo

durante 72 horas por fêmeas de *T. diatraeae* de 48 horas de idade. A duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* foi de $20,00 \pm 0,00$ e $22,89 \pm 0,35$ dias em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor*, respectivamente, com 100 e 80% de parasitismo e 40 e 75% de emergência desse parasitóide sobre o primeiro e segundo hospedeiro, respectivamente. A progênie de *T. diatraeae* foi de $354,00 \pm 41,09$ e $151,56 \pm 30,97$ por pupa de *D. saccharalis* e *T. molitor*, respectivamente. O número de indivíduos de *T. diatraeae* que não completaram o desenvolvimento foi maior em pupas de *D. saccharalis* ($71,50 \pm 19,33$). A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* apresentou valores semelhantes ($0,94 \pm 0,01$ e $0,93 \pm 0,02$), respectivamente. A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* emergidos de pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* foi de ($5,93 \pm 0,70$ e $7,0 \pm 1,53$) e de ($12,04 \pm 0,69$ e $8,4 \pm 1,19$) dias, respectivamente. De maneira geral, as características biológicas de *T. diatraeae* foram melhores em pupas de *D. saccharalis* do que em *T. molitor*. As técnicas desenvolvidas mostraram-se apropriadas para a criação de *T. diatraeae* em laboratório. Esses conhecimentos poderão aumentar as possibilidades de sucesso desse inimigo natural em programas de controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar.

ABSTRACT

The potential for *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) as biological control agent in Brazil is unknown and, therefore, this research assessed the feasibility of pupae of *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) as host alternative, to optimize its production in the laboratory for the control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). This research was conducted in the laboratory of Entomology of the Federal University of Grande Dourados. Initially, it was evaluated the reproductive performance of *T. diatraeae* in the host *T. molitor* by building the table of life and fertility. Host pupae that were individualized with females of the parasitoid in glass tubes. Daily, the pupae were exchanged, until the death of all females. The survival of immatures was 92.65%. The females of the parasitoid had estimated average life of 8.28 ± 1.01 (days), with innate capacity of increase in number of 0.15, net reproductive rate of 37.50; finite rate of increase of 1.16; average time between generations of 23.67 days and time of doubling the population of 4.52 weeks. It appears that pupae of *T. molitor* are suitable for the development of *T. diatraeae*. It was subsequently assessed the effect of density on the reproductive capacity of *T. diatraeae* created in pupae of *T. molitor*. For this, pupae of *T. molitor* with 24 hours of age were exposed to parasitism of females of *T. diatraeae* with 48 hours of age, for 72 hours in host-parasitoid relationships 1:1, 1:7, 1:14, 1:21, 1:28 and 1:32, respectively, with 12 repetitions for each treatment. There are percentages of parasitism of 33.33 and 83.33% for the densities of 1:1 and 14:1, respectively and 100% for the other. The emergence of individuals of *T. diatraeae* in pupae of *T. molitor* was 75% in the density of 1:1 and 100% at densities of 21:1, 28:1, 32:1. The cycle length of *T. diatraeae* ranged from 21.00 ± 2.22 to 24.00 ± 2.00 days for the densities of 32:1 and 1:1, respectively. The progeny of *T. diatraeae* by pupa of *T. molitor* was higher in density of 21:1 with an average of 246.50 ± 50.18 . The sex ratio decreased with increasing densities of *T. diatraeae*, ranging from 0.82 ± 0.06 and 0.97 ± 0.01 . The proportion of 21 females of *T. diatraeae* by pupa of *T. molitor* can be considered more appropriate for the establishment of the parasitoid, due to higher production of offspring in less development time. Then evaluated the reproductive performance of *T. diatraeae* pupae in the natural host *D. saccharalis* and alternative *T. molitor*. Pupae of hosts with 24 hours of age were exposed to parasitism for 72 hours for females of *T. diatraeae* of 48 hours of age. The duration of the life cycle of *T. diatraeae* was 20.00 ± 0.00 and 22.89 ± 0.35 days for pupae

of *D. saccharalis* and *T. molitor*, respectively, with 100 and 80% parasitism and 40 emergency and 75% of this parasitoid on the first and second host, respectively. The progeny of *T. diatraeae* was 354.00 ± 41.09 and 151.56 ± 30.97 per pupa of *D. saccharalis* and *T. molitor*, respectively. The number of individuals of *T. diatraeae* not completed the development was higher in pupae of *D. saccharalis* (71.50 ± 19.33). The sex ratio of *T. diatraeae* in pupae of *D. saccharalis* and *T. molitor* showed similar values (0.94 ± 0.01 and 0.93 ± 0.02), respectively. The longevity of females and males of *T. diatraeae* emerged from pupae of *D. saccharalis* and *T. molitor* was (5.93 ± 0.70 and 7.0 ± 1.53) and (12.04 ± 0.69 and 8.4 ± 1.19) days, respectively. In general, the biological characteristics of *T. diatraeae* were better in pupae of *D. saccharalis* than *T. molitor*. The techniques developed have proved suitable for the establishment of *T. diatraeae* in the laboratory. This knowledge may increase the chances of success of natural enemies in biological control programs for the drilling of sugar cane.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é de grande importância econômica para alguns países das Américas, especialmente para o Brasil, que se destaca como um dos principais produtores mundiais de açúcar e álcool de cana (PINTO, 2006a). Além disso, as projeções atuais do setor sucroalcooleiro nacional indicam um crescimento de aproximadamente 83% na área plantada com cana-de-açúcar nos próximos anos. No mesmo período, prevê-se um aumento da ordem de 120% na produção, a qual deverá ser próxima a um bilhão de toneladas, concentrada especialmente no Centro-Sul (BOTELHO, 2007). Mas é importante ressaltar que extensas áreas plantadas com apenas uma espécie de planta, podem contribuir para a incidência de insetos-praga (BOIÇA JÚNIOR et al., 1997).

Dentre os principais insetos-praga da cana-de-açúcar, destaca-se *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Esse lepidóptero deposita seus ovos frequentemente nas folhas ainda verdes, tanto na face superior como inferior do limbo foliar e, ocasionalmente, na bainha. Após a eclosão, a lagarta migra para a região do cartucho da planta à procura de abrigo, alimentando-se ao raspar a folha da cana ou a casca do entrenó em formação. Normalmente, quando o ataque se dá próximo à região de crescimento da planta ocorre a morte da gema apical, sendo o sintoma facilmente reconhecido pelo amarelecimento das folhas mais novas, denominado "coração morto". Próximo à pupação, a lagarta abre um orifício na casca e o fecha parcialmente com fios de seda e restos de sua alimentação e, assim protegido, passa à fase seguinte. O período de vida do adulto é de cinco dias em média, e após o acasalamento a fêmea deposita, pelo menos, 300 ovos (GALLO et al., 2002).

A cana-de-açúcar pode ser injuriada por *D. saccharalis* durante todo o seu desenvolvimento. Na fase larval, esta praga pode causar danos diretos e indiretos. O dano direto decorre da alimentação do inseto e se caracteriza por: perda de peso (pela abertura de galerias no entrenó), morte da gema apical da planta ("coração morto"), enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. Esses danos ocorrem isoladamente ou associados, o que pode agravar os prejuízos. O dano indireto é causado por microrganismos que invadem o entrenó, através do orifício aberto na casca pela lagarta. Esses microrganismos, predominantemente fungos, *Fusarium moniliforme* e/ou *Colletotricum falcatum*, invertem a sacarose armazenada na planta, causando perdas pelo consumo de energia no metabolismo de inversão e porque os açúcares resultantes

desse desdobramento (glicose e levulose) não se cristalizam no processo industrial. Quando a matéria prima se destina à produção de álcool, o problema não é menos grave, pois os microrganismos que penetram no entronó aberto contaminam o caldo e concorrem com as leveduras na fermentação alcoólica (PINTO et al., 2006b).

Inimigos naturais, tais como parasitóides, predadores e entomopatógenos (fungos, bactérias e vírus), exercem um importante papel no controle natural da broca, agindo sobre as fases de seu desenvolvimento. Formigas (predadoras) dos gêneros *Solenopsis*, *Dorymyrmex*, *Pheidole* e *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae) predam posturas e lagartas de primeiro instar, o parasitóide *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasita ovos. *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), *Paratheresia claripalpis* Wuf, 1896 e *Lydella minense* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae) e o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) causam mortalidade, principalmente em larvas (PINTO et al., 2006c).

Atualmente, o controle mais eficiente de *Diatraea* spp. têm sido através do endoparasitóide larval *C. flavipes* (PEREIRA-BARROS et al., 2005), um dos mais bem sucedidos programas de controle biológico do mundo (BOTELHO e MACEDO, 2002). Muitas pesquisas também têm sido feitas com espécies de *Trichogramma* para o controle de ovos da *D. saccharalis* (BOTELHO, 1999; LIMA FILHO e DE LIMA, 2001; LIMA FILHO e DE LIMA, 2003; PEREIRA-BARROS, 2005). No entanto, escassos são os estudos no Brasil sobre os inimigos naturais da pupa de *D. saccharalis*.

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976). No Brasil, a ocorrência deste parasitóide foi registrada pela primeira vez em 1996, em pupas de Arctiidae em Piracicaba, São Paulo (PARON e BERTI-FILHO, 2000). Em 2001, foi relatado o parasitismo por esse parasitóide em pupas de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) em plantios de gravioleiras, em Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Recentemente, *T. diatraeae* foi coletado em pupa de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), em plantio de eucalipto, em Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008).

Trichospilus diatraeae é um parasitóide pupal preferencialmente da Ordem Lepidoptera (BOUCEK, 1976) e apesar de exótico já foi encontrado em estados da região Sudeste e Centro-Oeste, e apresenta outros hospedeiros no Brasil. Por isto, o

desenvolvimento de técnicas de produção deste parasitóide em larga escala para uma possível associação com os parasitóide *T. galloi* e *C. flavipes* visando o controle de *D. saccharalis*, poderá aumentar a eficiência do programa de controle biológico dessa praga, que será estabelecido em cultivos comerciais de cana-de-açúcar, na região de Dourados, Mato Grosso do Sul.

1-Aspectos taxonômicos e biológicos de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Trichospilus Ferrière, 1930 é um pequeno gênero em Eulophidae pertencentes a tribo Eulophini, com apenas oito espécies descritas (UBAIDILLAH, 2006). Membros desse gênero são parasitóides pupais gregários, principalmente, de pupas de lepidópteros (NOYES, 2003). Das oito espécies desse gênero, três (*Trichospilus boops* Bouček, 1976; *Trichospilus ferrierei* Bouček, 1976; *Trichospilus vorax* Bouček, 1976) foram encontradas somente na África e *Trichospilus lutelineatus* Liao et al., 1987 somente em Zhejiang, na China (BOUCEK, 1976). Duas novas espécies, *Trichospilus striatus* Ubaidillah, 2006 e *Trichospilus politus* Ubaidillah, 2006 foram descritas para Java e Sulawesi, Indonésia (UBAIDILLAH, 2006).

Aspectos biológicos de *T. diatraeae* foram estudados em pupas de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781). Os ovos de *T. diatraeae* têm em média 0,2mm de comprimento, são hialinos, sem esculturações, himenopteriformes, um pouco alongados nas extremidades. O período de incubação é de aproximadamente 24 horas. As larvas de 1 e 2 dias têm em média 0,35mm de comprimento, apresentam cutícula transparente, tornando-se esbranquiçada no estágio seguinte, com segmentação do corpo bem definida. O estágio larval nesses hospedeiros dura de 7 a 8 dias. A pré-pupa tem em média 2,3 mm de comprimento é branca e tem cabeça, tórax e abdome bem definidos. O período de pré-pupa e pupa dura de 9 a 10 dias, repectivamente. A pupa recém formada apresenta apêndices alares e olhos que são inicialmente de coloração rosácea e, posteriormente, tornam-se vermelhos. As fêmeas têm em média 3,2 mm de comprimento e o abdome arredondado, os machos têm em média 2,6 mm de comprimento e o abdome mais estreito. As fêmeas possuem a inserção das antenas na parte central da cabeça e os machos lateralmente (PARON, 1999).

2. Estudos básicos sobre *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

O sucesso de programas de controle biológico depende da avaliação do potencial dos agentes disponíveis, por meio de estudos de laboratório e do domínio de técnicas de criação.

2.1. Otimização da criação do parasitóide *Trichospilus ditraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em laboratório

A determinação do hospedeiro alternativo mais adequado para o desenvolvimento do parasitóide é fundamental para a produção em laboratório e uma etapa básica para qualquer programa de controle biológico de pragas (ZAGO et al., 2006). Isso é necessário, porque os inimigos naturais devem ser criados em hospedeiros alternativos com baixo custo de produção e que não reduzam a eficiência de controle dos mesmos sobre o hospedeiro natural no campo (PEREIRA, 2006). *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) pode ser criado com baixo custo (OTUKA et al., 2006) e testes preliminares mostraram que suas pupas podem ser parasitadas por *T. diatraeae*.

Vários fatores bióticos e abióticos, tais como temperatura, umidade, idade do parasitóide, o tipo, tamanho e dieta do hospedeiro influenciam a capacidade de parasitismo, a fecundidade, o número da progênie e na determinação da razão sexual de muitas espécies de parasitóides (HONDA e KAINOH, 1998; PANDEY e SINGH, 1999; PARON e BERTI-FILHO, 2000; HARBISON et al., 2001; KING, 2002; UÇKAN e GULEL, 2002; AKMAN GÜNDÜZ e GÜLEL, 2005, DE OLIVEIRA et al., 2005). O número de fêmeas do parasitóide, a densidade do hospedeiro e o tempo de exposição ao hospedeiro são também fatores primordiais na avaliação do desempenho do inimigo natural (SAMPAIO, 2001). O conhecimento desses aspectos são importantes na implementação e eficiência de sistemas de produção massal de parasitóides (HENTZ et al., 1998).

OBJETIVOS

Este estudo objetivou avaliar a viabilidade de pupas de *T. molitor* como hospedeiro alternativo de *T. diatraeae*, visando otimizar sua produção em laboratório para o controle da broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis*. Para isso, serão desenvolvidos os seguintes trabalhos:

1. *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) como hospedeiro alternativo para criação do parasitóide *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae);
2. Tabela de vida de fertilidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae), em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae);
3. A densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) afeta seu desenvolvimento em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) ?
4. Biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae).

Esta dissertação está de acordo com as normas da ABNT, com adaptações para as “Normas para Redação de Dissertações e Teses” da Universidade Federal da Grande Dourados.

REFERÊNCIAS

- AKMAN GÜNDÜZ, E.; 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.
- BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LARA, F.M.; BELLODI, M.P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.537-542, 1997.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*, p.412. In: PARRA, et al. (eds.), **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002.
- BOTELHO, P.S.M. **Controle biológico e controle químico de pragas em cana de-açúcar**. In: WORKSHOP TECNOLÓGICO SOBRE “PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR” Esalq, 2007.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.
- DE OLIVEIRA, H.N.; COLOMBI, C.A.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E.P.; DALVI, L.P. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas gerações. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.284-288, 2005.
- 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.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. **Entomologia Agrícola**. FEALQ. Piracicaba, 920p. 2002.
- HARBISON, J.L.; LEGASPI, J.C.; FABRITIUS, S.L.; SALDAÑA, R.R.; LEGASPI Jr. B.C.; ENKEGAARD, A. Effect 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.
- HENTZ, M.G.; ELLSWORRTH, P.C.; NARANJO, S.E.; WATSON, T.F. Development, longevity and fecundity of *Chelonus* sp. nr. *curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). **Environmental Entomology**, v.27, p.443-449, 1998.

HONDA, T.; KAINOH, Y. Age-related fecundity and learning ability of the egg-larval parasitoid *Ascogaster reticulatus* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.13, p.177-181, 1998.

KING, B.H. Offspring sex ratio and number in response to proportion of host sizes and ages in the parasitoid wasp *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Environmental Entomology**, v.31, p.505-508, 2002.

LIMA FILHO, M.; DE LIMA, J.O.G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais. **Neotropical Entomology**, v.30, p.483-488, 2001.

LIMA FILHO, M.; DE LIMA, J.O.G. Efeito de escamas de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) na produção de *Trichogramma galloi* Zucchi criado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller). **Revista Universidade Rural**, v.22, p.23-31, 2003.

NOYES, J. (2003) Universal Chalcidoidea Database. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/chalcidoids>. Acesso em: 20 out. 2008.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A. Incidência de danos da broca do fruto da graviola no Distrito Federal. **Comunicado Técnico-Embrapa**, n.51, 2001.

OTUKA, A.K.; VACARI, A.M.; MARTINS, M.I.E.G.; BORTOLI, S.A. De. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. **O Biológico**, v.68, p.224-227, 2006.

PANDEY, S.; SINGH, R. Host size induced variation in progeny sex ratio of an aphid parasitoid *Lysiphebia mirzai*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.90, p.61-67, 1999.

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

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

PEREIRA-BARROS, J.L.; BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.; SANTOS, A.J.N.; CARVALHO, L.W.T.; CARVALHO, L.H.T.; OLIVEIRA, C.J.T. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.714-718, 2005.

PEREIRA, F.F. 2006. **Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro natural e alternativo**. Viçosa, MG:

UFV. 2006. 95f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

PINTO, A. de S. O controle biológico de pragas da cana-de-açúcar in: PINTO, A. de S. (ed.). **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006a. 64p. (Boletim técnico Biocontrol, n.1).

PINTO, A. de S.; C. M. A.V.; SANTOS, E. M. A broca-cana, *Diatraeae saccharalis* in: PINTO, A. de S. (ed.). **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006b. 64p. (Boletim técnico Biocontrol, n.1).

PINTO, A. de S.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P.S.M. Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. **Controle Biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP2, 2006c. 287p.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.81-87, 2001.

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

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

ZAGO, H.B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR, M.G.C. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiro alternativos. **Neotropical Entomology**, v.35, p.377-381, 2006.

CAPÍTULO I

***Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) como hospedeiro alternativo para criação do parasitóide *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)**

NOTA CIENTÍFICA

***Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), como hospedeiro alternativo para criação do parasitóide *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)**

Resumo: O sucesso de programas de controle biológico com o parasitóide de pupas *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) depende da escolha do hospedeiro alternativo adequado para sua criação. *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) pode ser criado com facilidade e a baixo custo. Este trabalho teve por objetivo verificar se *T. diatraeae* consegue parasitar e se desenvolver em pupas de *T. molitor*. Quarenta pupas desse hospedeiro foram individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimento) e expostas ao parasitismo por 20 fêmeas de *T. diatraeae*, durante 72 horas. As porcentagens de parasitismo e de emergência de *T. diatraeae* foram de 80 e de 50%, respectivamente, em pupa de *T. molitor*. A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* foi de $26,14 \pm 0,99$ dias, com $97,06 \pm 17,50$ indivíduos de *T. diatraeae* produzidos por pupa de *T. molitor*, a razão sexual foi de $0,94 \pm 0,02$. A longevidade média foi de $18,15 \pm 0,99$ para fêmeas e de $11,67 \pm 0,62$ para machos desse parasitóide. O elevado desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* é um indicativo de boa adequabilidade desse hospedeiro ao desenvolvimento de *T. diatraeae*. Esse é o primeiro relato de que é possível utilizar pupas de *T. molitor* como hospedeiro alternativo para criação massal desse parasitóide.

Termos para indexação: controle biológico, parasitóide pupal, criação massal.

Abstract: The success of programs of biological control of the parasitoid pupae *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) depends on the choice of suitable alternative host for its creation. *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) can be created with ease and low cost. This study aimed to verify whether *T. diatraeae* able to parasitize and develop in pupae of *T. molitor*. Forty of the host pupae were individualized in glass tubes (2.5 cm diameter x 8.5 cm long) and exposed to parasitism by 20 females of *T. diatraeae*, for 72 hours. The percentage of parasitism and emergence of *T. diatraeae* were 80 and 50% respectively in pupae of *T. molitor*. The duration of the cycle (egg to adult) of *T. diatraeae* was 26.14 ± 0.99 days, 97.06 ± 17.50 individuals of *T. diatraeae* produced by pupae of *T.*

molitor, the sex ratio was 0.94 ± 0.02 . The mean longevity was 18.15 ± 0.99 for females and 11.67 ± 0.62 for males of this parasitoid. The high reproductive performance of *T. diatraeae* in pupae of *T. molitor* is a good indication of suitability of host development of *T. diatraeae*. This is the first report of what is possible using pupae of *T. molitor* as alternative host for mass rearing of this parasitoid.

Index terms: biological control, pupal parasitoid, mass rearing.

Trichospilus Ferrière, 1930 é um pequeno gênero em Eulophidae da tribo Eulophini, com oito espécies descritas (FERRIÈRE 1930; CHERIAN e MARGABANDHU, 1942; BOUČEK, 1976; ZHU et al., 2002). Membros desse gênero são parasitoides pupais gregários, principalmente, de pupas de lepidópteros (NOYES, 2003). Das oito espécies desse gênero, três (*T. boops* Bouček, 1976; *T. ferrierei* Bouček, 1976; *T. vorax* Bouček, 1976) foram encontradas na África e *T. lutelineatus* Liao et al., 1987 somente para Zhejiang, China (NOYES, 2003). *T. striatus* Ubaidillah, 2006 e *T. politus* Ubaidillah, 2006 foram descritas para Java e Sulawesi, Indonésia (UBAIDILLAH, 2006). *T. pupivorus* Ferrière, 1930 e *T. diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 ocorrem em áreas tropicais e subtropicais (NOYES, 2003) e tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (BOUČEK, 1976).

Trichospilus diatraeae é um parasitóide pupal preferencialmente da Ordem Lepidoptera (BOUCEK, 1976). Sua presença já foi constatada nas famílias: Crambidae (CHERIAN e MARGABANGHU, 1942), Noctuidae (ÉTIENNE e VIETTE, 1973), Pyralidae, (ÉTIENNE e VIETTE, 1973; BOUCEK, 1976; BENNETT, et al., 1987), Nymphalidae (BOUCEK, 1976), Geometridae (BENNETT, et al., 1987), Pieridae (TORRES-BAUZA, 1994), Arctiidae (PARON e BERTI-FILHO, 2000), Oecophoridae (OLIVEIRA, et al., 2001). Recentemente, foi relatado o parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *Thyrintea arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA, et al., 2008a).

Apesar de exótico, *T. diatraeae* já foi encontrado em estados da região Sudeste e Centro-Oeste, e apresenta outros hospedeiros no Brasil. A descoberta de novos hospedeiros alternativos (hospedeiro que o parasitóide normalmente não ataca, mas que é suficiente para promover um bom desenvolvimento) e o desenvolvimento de técnicas

de produção desse parasitóide em larga escala para uma possível associação com outros parasitóides no controle de *Diatraeae saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) poderá, aumentar a eficiência do programa de controle biológico dessa praga. Dessa forma, é importante diagnosticar o hospedeiro alternativo adequado e a qualidade do mesmo (CHONG e OETTING, 2006, 2007, ZAGO et al, 2007). Isso é necessário, porque os inimigos naturais devem ser criados em hospedeiros alternativos com baixo custo de produção e que não reduzam a eficiência de controle dos mesmos sobre o hospedeiro natural no campo (PEREIRA, 2006).

Tenebrio molitor Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) pode ser multiplicado facilmente em grandes quantidades e com baixo custo (OTUKA et al., 2006) em dieta artificial, podendo ser utilizado como hospedeiro alternativo do parasitóide pupal *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em programas de controle biológico (ZANUNCIO et al., 2008). Dessa maneira, despertou-se atenção para a utilização desse hospedeiro em criação massal de *T. diatraeae*, pois ambos parasitóides fazem parte da mesma família e já foram encontrados parasitando um hospedeiro em comum *T. arnobia* em condições naturais (PEREIRA et al., 2008a; PEREIRA et al., 2008b). Testes preliminares realizados no laboratório de Entomologia de Universidade Federal da Grande Dourados mostraram que pupas de *T. molitor* poderiam ser parasitadas por *T. diatraeae*, o que motivou o desenvolvimento deste trabalho.

Quarenta pupas de *T. molitor* com 24 horas de idade e com peso entre 0,110g e 0,140g, (para evitar variação na biomassa disponível do hospedeiro), foram isoladas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com algodão e alimentadas com gotículas de mel. Cada pupa foi exposta ao parasitismo de 20 fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas (determinado por testes preliminares). Esses tubos foram mantidos em sala climatizada com temperatura máxima média de $25,88^{\circ}\text{C} \pm 0,18$ e mínima média de $24,12^{\circ}\text{C} \pm 0,16$, umidade relativa máxima média de $62,33\% \pm 1,15$ e mínima média de $55,63\% \pm 1,00$ e fotofase de 12 horas no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram avaliados a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro (ABBOTT, 1925), porcentagem da emergência de parasitóides, o número de parasitóides por pupa de *T. molitor*, a longevidade de machos e fêmeas e a razão sexual ($rs = \text{número de fêmeas/}$

número de fêmeas + machos). O sexo dos adultos de *T. diatraeae* foi determinado baseado em características da antena e do abdômen (PARON, 1999).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de $26,14 \pm 0,99$ dias. A porcentagem de parasitismo e emergência desse parasitóide foi de 80 e 50% respectivamente. O número de indivíduos de *T. diatraeae* produzidos por pupa de *T. molitor* foi de $97,06 \pm 17,50$ com $4,62 \pm 0,87$ fêmeas produzidas por fêmeas de *T. diatraeae*, e a razão sexual de $0,94 \pm 0,02$. A longevidade (dias) de fêmeas e machos foi de $18,15 \pm 0,99$ e $11,67 \pm 0,62$, respectivamente.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* foi mais longa em pupas de *T. molitor* do que em pupas de *D. saccharalis* que apresentou duração de $19,8 \pm 0,7$ a 25°C , UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas (PARON, 1999). O que pode estar relacionado a melhor adaptação deste parasitóide a pupas de *D. saccharalis*. No entanto, é conveniente salientar que a espécie hospedeira, embora seja considerada um fator de extrema importância, não é a única responsável pela alteração no desenvolvimento deste parasitóide. A duração do ciclo de um parasitóide depende de vários fatores, dentre eles o hospedeiro e a temperatura (ZAGO, et al., 2006).

O elevado índice de parasitismo de *T. diatraeae* foi relatado também para pupas de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), *D. saccharalis*, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, (Lepidoptera: Noctuidae), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON e BERTI FILHO, 2000). Esses autores utilizaram em seus tratamentos uma e várias fêmeas, não mencionando de maneira clara o número desses parasitóides. Visto que *T. diatraeae* é um parasitóide gregário, torna-se necessário realizar estudos para se determinar a densidade ideal de fêmeas por pupa visando aumentar a eficiência das técnicas de produção em laboratório deste parasitóide.

A progênie de *T. diatraeae* em pupa de *T. molitor* foi maior neste trabalho do que a relatada por ZANUNCIO et al. (2008) para *P. elaiasis* ($70,07 \pm 2,50$) em pupas deste hospedeiro, apesar deste último parasitóide apresentar maior tamanho quando comparado a *T. diatraeae*. No entanto, o número de parasitóides de *T. diatraeae* emergidos por pupas de *S. frugiperda* ($208,3 \pm 4,5$), *D. saccharalis* ($194,7 \pm 6,8$), *A. gemmatalis* ($186,7 \pm 2,8$), *H. virescens* ($170,5 \pm 1,3$) foi maior do que a relatada neste trabalho (PARON e BERTI FILHO, 2000). Estas variações podem ser atribuídas ao tamanho dos hospedeiros utilizados (pupas maiores suportam o desenvolvimento de um

maior número de imaturos), a resistência mecânica do tegumento das pupas e ainda as condições metodológicas utilizadas.

A razão sexual de *T. diatraeae* para pupas de *T. molitor* foi próxima a encontrada para o parasitóide *P. elaeisis* sobre pupas do mesmo hospedeiro ($0,94 \pm 0,01$) (ZANUNCIO, et al., 2008). O que mostra que essas espécies apresentam elevada capacidade reprodutiva e grande potencialidade. Isso é importante, pois as fêmeas parasitóides são as principais responsáveis pelo parasitismo e produção de descendentes (SOARES, et al., 2007) assim, a manutenção e o aumento da população de inimigos naturais dependem do número de fêmeas geradas (BROOIJMANS e VAN LENTEREN, 1997). Além disso, o fato do hospedeiro não influenciar na razão sexual desse parasitóide é outro indicador de adequabilidade do hospedeiro.

A capacidade de sobrevivência de fêmeas e machos de *T. diatraeae* criados em pupas de *T. molitor* pode ser considerada suficiente para que este parasitóide consiga, tanto em laboratório como no campo, dependendo das condições ambientais (temperatura, umidade, fotoperíodo) copular, encontrar e parasitar seus hospedeiros. Convém mencionar, ainda, que a longevidade de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi menor do que a apresentada por *P. elaeisis* nesse hospedeiro (ZANUNCIO, et al., 2008). Isso pode ser atribuído à competição por alimento quando imaturos, já que *T. diatraeae* produziu um maior número de descendentes por pupa de *T. molitor* do que *P. elaeisis*, outro fator a se considerar e que contribui para as variações na longevidade é a temperatura, além de se tratar de outra espécie parasitóide, que naturalmente, apresenta características biológicas diferentes. Na literatura verifica-se que a longevidade está relacionada a diversos fatores como alimentação, condições ambientais e gasto de energia durante a cópula e oviposição (PACHECO E CORRÊA-FERREIRA, 1998).

O elevado desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* em pupa de *T. molitor* é um indicativo da boa adequabilidade desse hospedeiro ao desenvolvimento deste parasitóide. Este é o primeiro relato de que é possível utilizar pupas de *T. molitor* como hospedeiro alternativo para criação de *T. diatraeae*. É importante salientar que este trabalho foi desenvolvido quando o parasitóide estava sendo criado em pupas de *T. molitor* entre a 2^a e a 3^a geração, mantidas em laboratório, portanto as características biológicas quantitativas e qualitativas poderão ser melhoradas com o aumento do número de gerações devido ao condicionamento pré-imaginal. Em adição, o baixo custo para criação de *T. molitor* permite que ele seja facilmente utilizado para criação massal de *T. diatraeae* em programas de controle biológico. Vale ressaltar que outros

estudos, como o conhecimento da densidade e idade do parasitóide e da pupa hospedeira, são necessários para diagnosticar com maior precisão o potencial de reprodução desses inimigos naturais.

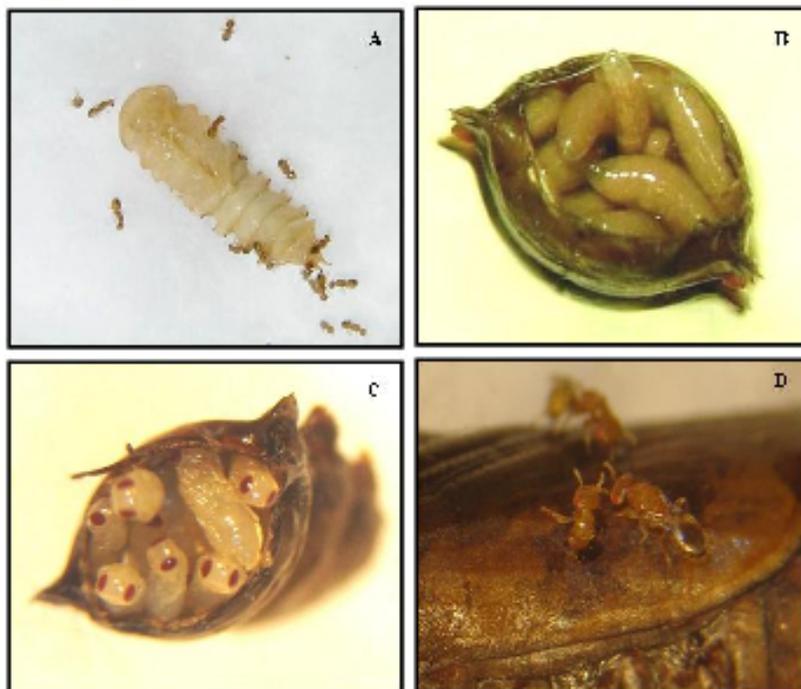


Figura 1. Parasitismo (A), larvas (B) pupas (C) e adultos recém-emergidos de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (D).

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

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

BROOIJMANS, C.; VAN LENTEREN, J.C. Origins and population dynamics of pests, diseases and weeds. In: VAN LENTEREN, J.C (ed.), **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen, Agricultural University Wageningen, 339p, 1997.

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

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.

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.39, p.320-328, 2006.

CHONG, J.H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v.90, p.656-664, 2007.

ÉTIENNE, J.; VIETTE, P. Nouvelle note sur *Polydesma umbricola* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v.72, p.98-107, 1973.

FERRIÈRE, C. Notes on Asiatic Chalcidoidea. **Bulletin of Entomological Research**, v.21, p.353-360, 1930.

NOYES, J. (2003) Universal Chalcidoidea Database. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/chalcidoids>. Acesso em: 20 out. 2008.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A. Incidência de danos da broca do fruto da graviola no Distrito Federal. **Comunicado Técnico-Embrapa**, n.51, 2001.

OTUKA, A.K.; VACARI, A.M.; MARTINS, M.I.E.G.; BORTOLI, S.A. De. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. **O Biológico**, v.68, p.224-227, 2006.

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

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

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

PEREIRA, F.F. **Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros natural e alternativo.** Viçosa, MG: UFV, 2006. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 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 *Thyrintina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008a.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. Species of Lepidoptera Defoliators of Eucalyptus as New Host for the Parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v.51, p.259-262, 2008b.

SOARES, M. A.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ROCHA, S. L., SÁ, V. G. M.; SERRÃO J. E. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314–318, 2007.

TORRES-BAUZA, J.A. Hymenopterous parasitoids of *Dismorfia spio* (Pieridae: Dismorphiinae). **Journal of the Lepidopterist's Society**, v.48, p.266, 1994.

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

ZAGO, H.B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR, M.G.C. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, v.35, p.377-381, 2006.

ZAGO, H.B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR, M.G.C.; SANTOS JR. H.J.G. dos S. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v.36, p.84-89, 2007.

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

ZHU, C.D.; LASALLE, J.; HUANG, D.W. A study of Chinese *Cirrospilus* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae). **Zoological Studies**, v.41, p.23-46, 2002.

CAPÍTULO II

**Tabela de vida de fertilidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera:
Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera:
Tenebrionidae)**

Tabela de vida de fertilidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)

Resumo: A descoberta de novos hospedeiros alternativos para criação de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) pode aumentar a possibilidade de utilização desse inimigo natural em programas de controle biológico. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), com base nos estudos de tabela de vida de fertilidade. Vinte e cinco fêmeas de *T. diatraeae* com 24 horas de idade foram individualizadas com uma pupa de *T. molitor* de mesma idade. As pupas foram trocadas diariamente até a morte das fêmeas. A sobrevivência dos imaturos de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 92,65%. O número de indivíduos emergidos de *T. diatraeae* e sua razão sexual em pupas de *T. molitor* foram de $77,08 \pm 7,72$ e $0,97 \pm 0,03$, respectivamente. A longevidade das fêmeas de *T. diatraeae* foi de $8,28 \pm 1,01$ dias. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de $24,32 \pm 0,43$ dias. O número de vezes que a população de *T. diatraeae* multiplica-se por geração (R_0) foi 37,50. Assim, de cada fêmea são geradas 37,50 fêmeas em um tempo médio entre as gerações (MGT) de 23,67 dias. Para a população duplicar (DT) são necessárias 4,52 semanas, a taxa de aumento (λ), ou seja, o número de fêmeas adicionadas a população por fêmea do parasitóide por unidade de tempo foi de 1,16 por fêmea/dia e a capacidade de aumentar de número (r_m) foi de 0,15. Com base nos resultados da tabela de vida, pode-se afirmar que pupas de *T. molitor* são adequadas ao desenvolvimento de *T. diatraeae* e podem ser utilizadas para criação deste parasitóide.

Termos para indexação: parasitóide pupal, hospedeiro alternativo, potencial reprodutivo.

Abstract: The discovery of new alternative hosts for creating *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) may increase the possibility of use of natural enemies in biological control programs. The aim of this study was to evaluate the reproductive performance of *T. diatraeae* in alternative host *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), based on studies of life table of fertility. Twenty-five females of *T. diatraeae* with 24 hours of age were

identified with a pupa of *T. molitor* the same age. The pupae were replaced daily until the death of females. The survival of immatures of *T. diatraeae* in pupae of *T. molitor* was 92.65%. The number of individuals emerged from *T. diatraeae* and sex in pupae of *T. molitor* were 77.08 ± 7.72 and 0.97 ± 0.03 , respectively. The longevity of female *T. diatraeae* was 8.28 ± 1.01 days. The duration of the life cycle (egg to adult) of *T. diatraeae* in pupae of *T. molitor* was 24.32 ± 0.43 days. The number of times the population of *T. diatraeae* multiplies itself by generation (R_0) was 37.50. Thus, each female are generated 37.50 females in a average time between generations (MGT) of 23.67 days. To double the population (DT) are required 4.52 weeks, the rate of increase (λ), ie the number of females added to the population per female parasitoid per unit time was 1.16 per female per day and ability to increase the number (r_m) was 0.15. Based on the results of life table, one can say that pupae of *T. molitor* are suitable for the development of *T. diatraeae* and may be used to create this parasitoid.

Index terms: pupal parasitoid, alternative host, reproductive potencial

Introdução

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, que tem sido estudado como potencial agente de controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (BOUČEK, 1976). No Brasil, a ocorrência de *T. diatraeae* foi registrada pela primeira vez em 1996, em pupas de Arctiidae (Lepidoptera) em Piracicaba, São Paulo (PARON e BERTI FILHO, 2000). Em 2001, este parasitóide foi relatado em pupas de *Cerconota anonella* (Sepp., 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) em plantios de gravioleiras, em Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Recentemente, *T. diatraeae* foi coletado em pupa de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), em plantio de eucalipto, Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008a).

Apesar de exótico, *T. diatraeae* já foi encontrado em estados da região Sudeste e Centro-Oeste, e apresenta outros hospedeiros no Brasil. A descoberta de novos hospedeiros alternativos (hospedeiro que o parasitóide normalmente não ataca, mas que é suficiente para promover um bom desenvolvimento) e o desenvolvimento de técnicas de produção desse parasitóide em larga escala para uma possível associação com outros

parasitóides no controle de *D. saccharalis* poderá aumentar a eficiência do programa de controle biológico dessa praga. Dessa forma, é importante se detectaro hospedeiro alternativo adequado e a qualidade do mesmo (CHONG e OETTING, 2006, 2007, ZAGO et al, 2007). Isso é necessário, porque os inimigos naturais devem ser criados em hospedeiros alternativos com baixo custo de produção e que não reduzam a eficiência de controle dos mesmos sobre o hospedeiro natural no campo (PEREIRA, 2006).

Tenebrio molitor Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) pode ser criado facilmente em grandes quantidades e com baixo custo (OTUKA et al., 2006) em dieta artificial, podendo ser utilizado como hospedeiro alternativo do parasitóide pupal *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em programas de controle biológico (ZANUNCIO et al., 2008) e testes preliminares mostraram que suas pupas podem ser parasitadas por *T. diatraeae*.

Tabelas de fertilidade e de esperança de vida podem descrever a dinâmica de uma população de insetos pela duração e a sobrevivência de seus estádios e, combinados com dados de fecundidade das fêmeas, permitem estimar o tamanho e a estrutura de idade de uma população em determinado tempo (TORRES et al., 2007; GOLIZADEH et al., 2008; ZAGO et al., 2008). Assim, o potencial de crescimento de populações de artrópodes pode ser previsto visando estabelecer práticas de controle de pragas e para avaliar possíveis impactos negativos de fatores externos no desempenho de inimigos naturais por este método de análise (GODOY & CIVIDANES, 2002; PRATISSOLI, et al., 2007).

Informações quanto à reprodução de *T. diatraeae* em hospedeiros alternativos são escassas. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de *T. diatraeae*, criado no hospedeiro alternativo *T. molitor*, com base nos estudos de tabela de vida de fertilidade.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul em sala climatizada com temperaturas máxima média de $25,57^{\circ}\text{C} \pm 0,17$, mínima média de $24,06^{\circ}\text{C} \pm 0,11$ umidade relativa máxima média de $59,36\% \pm 0,66$, mínima média de $54,08\% \pm 0,78$ e fotofase de 12 horas.

Criação do hospedeiro alternativo *T. molitor*

A criação estoque do hospedeiro alternativo, *T. molitor* foi iniciada com larvas provenientes da criação estoque do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As larvas foram mantidas em bandejas plásticas de 39,3 x 59,5 x 7,0cm, alimentadas com farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e chuchu (ZAMPERLINE e ZANUNCIO, 1992).

Criação de *T. diatraeae*

A criação de *T. diatraeae* foi iniciada com adultos provenientes de pupas de *T. arnobia*. Estes parasitóides estavam sendo mantidos em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). Fêmeas de *T. diatraeae* foram mantidas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para multiplicação da criação, pupas de *T. molitor* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 72 horas. Após esse período, as pupas parasitadas foram individualizadas em tubos de vidro, acondicionadas em bandejas plásticas e mantidas em sala climatizada até a emergência de adultos. Conforme a metodologia adotada para criação do parasitóide *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) (PEREIRA et al., 2008b).

Tabela de vida e fertilidade

Vinte e cinco fêmeas de *T. diatraeae* com até 24 horas de idade foram isoladas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento), vedados com algodão e alimentadas com gotículas de mel. Pupas de *T. molitor* com 24 horas de idade e com peso entre 0,110g e 0,140g, para evitar variação na biomassa disponível do hospedeiro, foram diariamente, introduzidas nos tubos para cada fêmea individualizada. Esse procedimento foi repetido até a morte de cada fêmea. As pupas já submetidas ao parasitismo, foram acondicionadas em tubos de vidro até a emergência dos descendentes. A duração do ciclo (ovo-adulto), a viabilidade e a razão sexual de *T. diatraeae* foram obtidos em pupas de *T. molitor* nas mesmas condições ambientais para calcular os parâmetros da tabela de vida de fertilidade.

Para se determinar a mortalidade das fases imaturas de *T. diatraeae*, utilizaram-se pupas tomadas no final da emergência dos parasitóides. Essas pupas foram dissecadas sob lupa com aumento de 4 vezes, para efetuar contagem das larvas vivas

e/ou mortas no interior das pupas hospedeiras, estimando-se a mortalidade de imaturos do parasitóide.

Elaborou-se uma tabela de vida de fertilidade, segundo BIRCH (1948) e SOUTHWOOD (1995), sendo x = idade média das fêmeas parentais no intervalo, idade esta contada a partir da fase de ovo; l_x = expectativa de vida até a idade x , expressa com uma fração da população inicial de uma fêmea; m_x = número de descendentes fêmeas nascidas por fêmea parental na idade x ; $l_x m_x$ = número total de fêmeas nascidas na idade x .

O tempo de uma geração (T), taxa líquida de reprodução (R_o), tempo necessário para a população dobrar em número de indivíduos (TD), razão intrínseca de crescimento populacional e razão finita de aumento (λ) foram analisados (MAIA et al., 2000) e estimados pelas seguintes equações:

- Tempo de uma geração (T) (tempo entre o nascimento dos pais e o dos filhos)

$$\text{com: } DG = \frac{\sum_{x=0}^y x \cdot l_x \cdot m_x}{R_o}$$

- Taxa líquida de reprodução (R_o) (número de fêmeas adicionadas por uma fêmea

durante toda sua vida) pela fórmula de KREBS (1994): $R_o = \sum_{x=0}^y l_x \cdot m_x$

- Razão infinitesimal de aumento (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo) com a fórmula de KREBS (1994): $r_m = \ln(R_o)/DG$

- Razão finita de aumento (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea do parasitóide por unidade de tempo) pela fórmula de KREBS (1994): $\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0,4343)$

- Tempo necessário para a população do parasitóide dobrar em número de indivíduos (TD) calculado pela fórmula de KREBS (1994): $TD = \ln(2)/r_m$

- Valor de reprodução (VR_x) (KREBS, 1994), contribuição de uma fêmea de idade x para a futura população, calculada por classe de idade, com:

$$VR_x = \sum_{t=x}^y (l_t/l_x) m_t ; \text{ onde } x \text{ é a classe de idade base; } y, \text{ a de idade mais velha e } t,$$

qualquer classe de idade entre x e y .

Resultados

A porcentagem de sobrevivência de imaturos de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 92,65 %. O número de indivíduos emergidos de *T. diatraeae* e sua razão sexual em pupas de *T. molitor* foram de $77,08 \pm 7,72$ e $0,97 \pm 0,003$, respectivamente. A longevidade das fêmeas de *T. diatraeae* foi de $8,28 \pm 1,01$ dias (Tabela 1).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de $24,32 \pm 0,43$ dias. A oviposição das fêmeas de *T. diatraeae* foi iniciada logo após sua emergência sendo que no segundo dia ocorreu o máximo de produção de descendentes, (10,16) parasitóides/fêmeas. Até o sexto dia de vida dos parasitóides, mais de 70% dos descendentes já haviam sido produzidos (Tabela 2).

O número de vezes que a população de *T. diatraeae* multiplica-se por geração, R_0 é 37,50. Assim, de cada fêmea são geradas 37,50 fêmeas em um tempo médio entre as gerações (MGT) de 23,67 dias. Para a população duplicar (DT) são necessários 4,52 semanas, a taxa de aumento (λ) ou seja, o número de fêmeas adicionadas a população por fêmea que dará fêmea foi de 1,16 por fêmea/dia e a capacidade de aumentar de número (r_m) foi de 0,15 (Tabela 3).

Discussão

A porcentagem de sobrevivência de imaturos de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi próxima da obtida por fêmeas desse parasitóide em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (PARON, 1999). Quanto mais adequado for um hospedeiro para o desenvolvimento de um parasitóide, menor será a mortalidade das formas jovens do mesmo (RODRIGUES, 2003).

A emergência da progênie de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* diferiu daquela apresentada por este parasitóide em pupas de outros hospedeiros (PARON e BERTI-FILHO, 2000). No entanto, a razão sexual apresentada foi semelhante à encontrada para pupas de *D. saccharalis* e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (BOURNIER, 1975; PARON, 1999). Isso indica que o hospedeiro utilizado pode causar variações no número de indivíduos produzidos, devido a diferenças no tamanho das pupas e da resposta imunológica. No entanto, os diferentes hospedeiros não apresentaram influência na razão sexual, havendo sempre um elevado número de fêmeas produzidas. Essa característica representa grande potencialidade da espécie estudada, pois a eficiência do parasitóide é maximizada quando um número elevado de fêmeas é obtido (SAGARRA et al., 2000a).

A longevidade média estimada das fêmeas de *T. diatraeae* foi de $8,28 \pm 1,01$ dias e todas as fêmeas estavam mortas depois de 17 dias. Para fêmeas desse parasitóide em pupas de *D. saccharalis* a longevidade média foi de $9,2 \pm 3,0$ dias e todas as fêmeas estavam mortas após 13 dias (PARON, 1999). OLLO (1992) determinou a longevidade média de *Pediobius fuscus* (Gahan, 1928) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Chilo partellus* Swinhoe, 1885 (Lepidoptera: Pyralidae) de 7,9 dias e todas as fêmeas estavam mortas com 13 dias. As diferenças apresentadas na longevidade podem ser atribuídas à alimentação, as condições ambientais (temperatura e umidade relativa) e gasto de energia durante a cópula e oviposição (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA, 1998). Fêmeas expostas continuamente ao parasitismo vivem menos se comparadas a fêmeas desprovidas de hospedeiro (YAMAMOTO e FOERSTER, 2003).

Trichospilus diatraeae aumenta 37,50 vezes a cada geração na faixa ideal de desenvolvimento em pupas de *T. molitor*. Valor este, baixo quando comparado a taxa líquida de reprodução deste parasitóide em pupas de *D. saccharalis* (PARON, 1999). O que indica que o hospedeiro pode alterar a capacidade de aumento da população desse inimigo natural. No entanto, esse parâmetro não estima a verdadeira capacidade de aumento, por considerar apenas o número de fêmeas adicionadas por geração (PRICE, 1997). BIRCH (1948) definiu os parâmetros de crescimento populacional e concluiu que como R_0 não é um índice adequado para comparação entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie em condições ambientais diferentes, dessa forma utiliza-se r_m e λ que são mais úteis.

A taxa intrínseca de aumento (r_m) permite a comparação do potencial de crescimento das espécies, além de facilitar a avaliação do papel de um parasitóide em uma comunidade ou verificar se ele será bem sucedido como agente de controle biológico (COATS, 1976). A taxa de aumento por indivíduo (r_m) é obtida na faixa onde a fecundidade e a sobrevivência são máximas (zona ótima de desenvolvimento). Assim, quanto maior o valor, mais bem sucedida será a espécie em um determinado ambiente (BIRCH, 1948). Desse modo, a capacidade inata de aumentar em número de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 0,15. Já para *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*, foi encontrado o valor de 0,22 (PARON, 1999). Esta diferença pode ser atribuída ao fato de *D. saccharalis* ser mais adequado ao desenvolvimento do parasitóide.

A razão finita de aumento (λ), que é o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo (BIRCH, 1948), é um dos parâmetros mais

importantes extraídos de uma tabela de vida, sendo também valor de comparação entre outros trabalhos. Assim, para *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor*, o valor de λ foi de 1,16, em média (Tabela 3). PARON (1999) encontrou, para *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* o valor de 1,24. Esses valores indicam que *T. diatraeae* possui grande capacidade de adicionar indivíduos/fêmea/dias nas gerações avaliadas. Contudo, no campo é de se esperar que tal espécie esteja sujeita a diversos fatores bióticos e abióticos que podem alterar a sua capacidade reprodutiva.

O tempo médio entre o nascimento dos pais ao nascimento dos descendentes (T), ou seja, de uma geração de *T. diatraeae* foi de 23,67 dias. Já o tempo para que ocorra duplicação da população (DT) foi de 4,52 semanas, indicando que esse parasitóide tem condições de dobrar sua população em aproximadamente 30 dias. Dados semelhantes foram encontrados para pupas de *D. saccharalis*, onde o T foi de 21,26 dias e o DT de 3,10 semanas (PARON, 1999).

Os resultados apresentados por *T. diatraeae* em pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, foram próximos aos obtidos por PARON (1999) ao avaliar o potencial reprodutivo deste parasitóide em pupas de *D. saccharalis*. Essas características reprodutivas poderão ainda ser melhoradas com o aumento do número de fêmeas. Diversos ovos podem esgotar a resposta celular imune de um hospedeiro (SAGARRA et al. 2000b), por outro lado, proporções inadequadas (parasitóide: hospedeiro) prejudicam a taxa de oviposição e a injeção de toxinas para reduzir a resposta imune por encapsulação do hospedeiro (SCHMID-HEMPEL, 2005). Assim, verifica-se a necessidade de estudos para verificar o número ideal de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* para um melhor desempenho reprodutivo desse parasitóide.

Conclusão

Com base nos resultados da tabela de vida, pode-se afirmar que pupas de *T. molitor* são adequadas ao desenvolvimento de *T. diatraeae* e podem ser utilizadas para criação deste parasitóide.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, v.17, p.15-26, 1948.

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

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

COATS, S.A. Life cycle and behavior of *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.69, p.772-780, 1976.

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.39, p.320-328, 2006.

CHONG, J.H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v.90, p.656-664, 2007.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology** v. 31, p.41-48, 2002.

GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. Life table and temperature-dependent development of *Diadegma anurum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) on its host *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Environmental Entomology** v.37, p.38-44, 2008.

KREBS, C.J. Ecology: **The experimental analysis of distribution and abundance**. Harper & Row, New York, 1994, 801p.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility table parameters using Jackknife technique: computacional aspects. **Journal of Economic Entomology**, v.93, p.511-518, 2000.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A.; **Influência de dados da broca-do-fruto da graviola no Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa-CPAC, (Comunicado Técnico), n.51, p.1-5, 2001.

OLLO, G.W. Life table and intrinsic rate of natural increase of *Pediobius furvus* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). **Entomophaga**, v.37, p.29-35, 1992.

OTUKA, A.K.; VACARI, A.M.; MARTINS, M.I.E.G.; BORTOLI, S.A. De. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. **O Biológico**, v.68, p.224-227, 2006.

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

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

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

PEREIRA, F.F. **Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros natural e alternativo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 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 parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008a.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. Species of Lepidoptera Defoliators of Eucalyptus as New Host for the Parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v.51, p.259-262, 2008b.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. Species of Lepidoptera Defoliators of Eucalyptus as New Host for the Parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v.51, p.259-262, 2008b.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; ANDRADE, G.S.; HOLTZ, A.M.; SILVA, A.F.; PASTORI, P.L. Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. **Ciência Rural**, v. 37, p.618-622, 2007.

PRICE, P.W. Population dynamics: Conceptual aspects. In: **Insect Ecology**. 3rd. ed., John Wiley, New York, 1997, 874p.

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.637-642, 2003.

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

SAGARRA, L.A.; PETERKIN, D.D.; VICENT, 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.647-653, 2000b.

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

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**, 2.ed. London: Chapman & Hall, 1995, 523p.

TORRES, A.F.O.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V.; DE CONTI, B.F. Tabela de vida de fertilidade de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 36, p.532-536, 2007.

YAMAMOTO, A.C.; FOERSTER, L.A. Reproductive Biology and Longevity of *Euplectus ronnai* (Brèthes) (Hymenoptera : Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.481-485, 2003.

ZAGO, H.B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR, M.G.C.; SANTOS JR. H.J.G. dos S. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiro alternativos, sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v.36, p.84-89, 2007.

ZAGO, B.H.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JUNIOR, M.G.C. Tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi, 2003 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. **Ciência Agrotécnica**, v.32, p.1214-1217, 2008.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J.C.; Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v.16, p.224-230, 1992.

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

Tabela 1 – Longevidade, período de oviposição e produção de progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Temperatura máxima média de $25,57^{\circ}\text{C} \pm 0,17$, mínima média de $24,06^{\circ}\text{C} \pm 0,11$, umidade relativa máxima média de $59,36\% \pm 0,66$, mínima média de $54,08\% \pm 0,78$ e fotofase de 12 horas.

Fêmea	Longevidade (dias)	Período de oviposição (dias)	Progênie				
			Total	Fêmeas	Machos	Razão sexual	Imaturos
1	5	1	62	60	2	0,97	4
2	8	1	66	63	3	0,95	0
3	7	1	75	73	2	0,97	0
4	13	1	134	129	5	0,96	0
5	8	1	112	105	7	0,94	2
6	12	1	54	53	1	0,98	3
7	4	2	79	76	3	0,96	18
8	17	1	58	56	2	0,97	0
9	10	1	58	55	3	0,95	2
10	12	4	135	127	8	0,94	32
11	17	10	125	123	2	0,98	5
12	2	1	48	47	1	0,98	1
13	1	1	48	47	1	0,98	4
14	3	1	68	65	3	0,96	0
15	4	1	41	40	1	0,98	0
16	17	1	69	65	4	0,94	1
17	1	1	44	43	1	0,98	3
18	11	1	99	97	2	0,98	0
19	4	2	186	179	7	0,96	5
20	7	1	66	65	1	0,98	0
21	5	1	57	54	3	0,95	2
22	5	1	127	124	3	0,98	2
23	13	1	35	33	2	0,94	1
24	14	1	38	38	0	1,00	0
25	7	1	43	42	1	0,98	0
Média	$8,28 \pm 1,01$	$3,82 \pm 0,37$	$77,08 \pm 7,72$	$74,36 \pm 7,41$	$2,83 \pm 0,42$	$0,97 \pm 0,003$	$5,67 \pm 2,17$

Tabela 2 – Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Temperatura máxima de $25,57^{\circ}\text{C} \pm 0,17$, mínima de $24,06^{\circ}\text{C} \pm 0,11$, umidade relativa máxima de $59,36\% \pm 0,66$, mínima de $54,08\% \pm 0,78$ e fotofase de 12 horas.

$x^{(1)}$	$l_x^{(2)}$	$m_x^{(3)}$	$l_x m_x^{(4)}$
0,5	1,00	-	fase
:	:	:	Imatura
24,8	0,4800	18,8568	9,0513
25,8	0,4416	23,0270	10,1687
26,8	0,4224	2,8218	1,1919
27,8	0,4032	1,7090	0,6891
28,8	0,3456	3,9878	1,3782
29,8	0,2880	24,0560	6,9281
30,8	0,2880	0,0000	0,0000
31,8	0,2304	4,8500	1,1174
32,8	0,1920	18,5270	3,5572
33,8	0,1920	0,0000	0,0000
34,8	0,1728	0,0000	0,0000
35,8	0,1536	7,0325	1,0802
36,8	0,1152	0,0000	0,0000
37,8	0,0768	16,9750	1,3037
38,8	0,0576	0,0000	0,0000
39,8	0,0576	18,1067	1,0429
40,8	0,0576	0,0000	0,0000
Total			37,50

⁽¹⁾ x = ponto médio de cada idade em dias

⁽²⁾ l_x = expectativa de vida até a idade x

⁽³⁾ m_x = fertilidade específica

⁽⁴⁾ $l_x m_x$ = número de fêmeas nascidas na idade x

Tabela 3 – Parâmetros de crescimento populacional de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) calculado a partir de 25 fêmeas. Temperatura máxima de $25,57^{\circ}\text{C} \pm 0,17$, mínima de $24,06^{\circ}\text{C} \pm 0,11$, umidade relativa máxima de $59,36\% \pm 0,66$, mínima de $54,08\% \pm 0,78$ e fotofase de 12 horas.

$R_0^{(1)}$	$r_m^{(2)}$	$\lambda^{(3)}$	MGT (T) ⁽⁴⁾	DT ⁽⁵⁾
(fêmeas)	(fêmeas/fêmeas/dia)	(fêmeas/dia)	(dias)	(semana)
37,50	0,15	1,16	23,67	4,52

⁽¹⁾ R_0 = taxa líquida de reprodução

⁽²⁾ r_m = capacidade inata de aumentar em número

⁽³⁾ λ = razão finita de aumento

⁽⁴⁾MGT (T) = tempo médio de geração

⁽⁵⁾DT = tempo de duplicação da população

CAPÍTULO III

A densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) afeta seu desenvolvimento em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)?

A densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) afeta seu desenvolvimento em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)?

Resumo: A variação do número de fêmeas parasitóides confinadas com um hospedeiro pode afetar o desenvolvimento e reprodução desses inimigos naturais. Este trabalho teve como objetivo estudar o desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) sob diferentes densidades desse parasitóide. Pupas de *T. molitor* com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae* de 48 horas de idade, por 72 horas nas seguintes relações parasitóide-hospedeiro, respectivamente: 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 ou 32:1, com 12 repetições para cada tratamento. A porcentagem de parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 33,33 e 83,33% para as densidades de 1:1 e 14:1, respectivamente e de 100% para as demais. A emergência de indivíduos de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* foi de 75% na densidade de 1:1 e de 100% nas densidades de 21:1, 28:1, 32:1. A duração do ciclo de *T. diatraeae* variou de $21,00 \pm 2,22$ a $24,00 \pm 2,00$ dias, para as densidades de 32:1 e 1:1, respectivamente. A progênie de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* foi maior na densidade de 21:1 com média de $246,50 \pm 50,18$. A razão sexual decresceu com o aumento das densidades de *T. diatraeae*, variando entre $0,82 \pm 0,06$ e $0,97 \pm 0,01$. A proporção de 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* pode ser considerada a mais adequada para a criação deste parasitóide, devido a maior produção de descendentes em menor tempo de desenvolvimento.

Termos para indexação: hospedeiro alternativo, controle biológico, parasitismo.

Abstract: The variation in the number of female parasitoids confined to a host can affect the development and reproduction of natural enemies. The objective of this work was to study the development of *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) under different densities of parasitoid. Pupae of *T. molitor* with 24 hours of age were exposed to parasitism by females of *T. diatraeae* of 48 hours of age for 72 hours in the following host-parasite relationships, respectively: 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 and 32:1, with 12 repetitions for each treatment. There are percentages of parasitism of 33.33 and 83.33% for the densities of 1:1 and 14:1, respectively and 100% for the other.

The emergence of individuals of *T. diatraeae* in pupae of *T. molitor* was 75% in the density of 1:1 and 100% at densities of 21:1, 28:1, 32:1. The cycle length of *T. diatraeae* ranged from 21.00 ± 2.22 to 24.00 ± 2.00 days for the densities of 32:1 and 1:1, respectively. The progeny of *T. diatraeae* by pupa of *T. molitor* was higher in density of 21:1 with an average of 246.50 ± 50.18 . The sex ratio decreased with increasing densities of *T. diatraeae*, ranging from 0.82 ± 0.06 and 0.97 ± 0.01 . The proportion of 21 females of *T. diatraeae* by pupa of *T. molitor* can be considered more appropriate for the establishment of the parasitoid, due to higher production of offspring in less development time.

Index terms: alternative host, biological control, parasitism.

Introdução

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, que tem sido estudado como agente potencial de controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976). No Brasil, a ocorrência de *T. diatraeae* foi registrada pela primeira vez em 1996, em pupas de Arctiidae (Lepidoptera) em Piracicaba, São Paulo (PARON e BERTI FILHO, 2000). Em 2001, este parasitóide foi relatado em pupas de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) em plantios de gravioleiras, em Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Recentemente, *T. diatraeae* foi coletado em pupa de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), em plantio de eucalipto, Minas Gerais. (PEREIRA et al., 2008a).

O desenvolvimento de técnicas de criação de parasitóides é necessário para que programas de controle biológico com esses inimigos naturais sejam bem sucedidos. Para tanto, devem ser consideradas na seleção do hospedeiro alternativo, a qualidade nutricional, tamanho, idade, resistência mecânica, capacidade de resposta imunológica a esses inimigos naturais (GODFRAY, 1994).

A densidade de fêmeas por hospedeiro afeta a capacidade de parasitismo (PARON e BERTI-FILHO, 2000; SAGARRA, 2000a; SAMPAIO et al., 2001), a produção de progênie (PARON, et al., 1998 e MATOS NETO et al., 2004, CHONG e OETTING, 2006), a razão sexual dos descendentes (CHOI et al., 2001, CHONG e

OETTING, 2006), a duração do ciclo e a longevidade do parasitóide (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). Portanto, o conhecimento dessas características biológicas é importante em um programa de controle biológico, pois servirá de pré-requisito para se estudar variáveis que possam ser manipuladas, com o intuito de estabelecer o inimigo natural e incrementar sua eficiência.

As características biológicas de *T. diatraeae* foram estudadas em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON e BERTI-FILHO, 2000). No entanto, os autores não mencionaram quantas fêmeas de *T. diatraeae* foram necessárias para parasitar e produzir descendentes nesses hospedeiros. Visto que *T. diatraeae* é um parasitóide gregário, torna-se necessário determinar a densidade ideal de fêmeas por pupa para aumentar a eficiência das técnicas de produção em laboratório deste parasitóide, possibilitando a maximização de sua produção, para subsidiar trabalhos futuros com uma utilização racional desses parasitóides em programas de controle biológico.

Tenebrio molitor Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) pode ser criado facilmente em grandes quantidades e com baixo custo (OTUKA et al., 2006) e testes preliminares mostraram que suas pupas podem ser parasitadas por *T. diatraeae*. Visando fornecer subsídios para criação desse parasitóide, objetivou-se estudar o desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* sob diferentes densidades do parasitóide.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul em sala climatizada com temperaturas máxima média de $25,86^{\circ}\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^{\circ}\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas.

Criação do hospedeiro alternativo *T. molitor*

A criação estoque do hospedeiro alternativo, *T. molitor*, foi iniciada com larvas provenientes da criação estoque do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As larvas foram mantidas em bandejas plásticas

(39,3 x 59,5 x 7,0cm), alimentadas com farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e fatias de chuchu (ZAMPERLINE e ZANUNCIO, 1992).

Criação de *T. diatraeae*

A criação de *T. diatraeae* foi iniciada com adultos provenientes de pupas de *T. arnobia*. Estes parasitóides estavam sendo mantidos em pupas de *A. gemmatalis*. Fêmeas de *T. diatraeae* foram mantidas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para multiplicação da criação, pupas de *T. molitor* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 72 horas. Após esse período, as pupas parasitadas foram individualizadas em tubos de vidro, acondicionadas em bandejas plásticas e mantidas em sala climatizada até a emergência de adultos, conforme a metodologia adotada para criação do parasitóide *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) (PEREIRA et al., 2008b).

Reprodução de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor*

Pupas de *T. molitor* com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae* de 48 horas de idade nas seguintes relações parasitóide-hospedeiro, respectivamente: 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 32:1 com 12 repetições para cada tratamento. As pupas foram selecionadas com peso entre 0,110g e 0,140g para evitar variação na biomassa disponível do hospedeiro. Após 72 horas em contato com as pupas, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas dos tubos e os hospedeiros individualizados e mantidos em sala climatizada até a emergência dos adultos desse parasitóide. A mortalidade natural do hospedeiro foi calculada (ABBOTT, 1925) nas mesmas condições ambientais do experimento.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), porcentagem de parasitismo, porcentagem e o número de parasitóides emergidos, razão sexual ($rs = n.^{\circ} \text{fêmeas} / n.^{\circ} \text{total}$) e o número de imaturos que não completaram seu desenvolvimento foram avaliados. O sexo dos adultos de *T. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

Os dados da duração do ciclo, o número de parasitóides emergidos por pupa de *T. diatraeae*, razão sexual e o número de imaturos mortos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, a análise de regressão. Os valores da porcentagem de parasitismo e de emergência de *T. diatraeae* foram

submetidos à análise de modelos lineares generalizados com distribuição binomial ($P \leq 0,05$) com o R Statistical System (IHAKA e GENTLEMAN, 1996). A análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, mas que foram expressos em porcentagem para facilitar a visualização.

Resultados

A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *T. molitor* foi afetada pela densidade de fêmeas desse parasitóide. Foram encontradas porcentagens de parasitismo de 33,33, 83,33% para as densidades de 1:1 e 14:1, respectivamente, e de 100% para as demais densidades (Figura 1). Houve emergência em 75% das pupas na densidade de 1:1 e de 100% nas densidades de 21:1, 28:1, 32:1 parasitóide-hospedeiro, respectivamente (Figura 1).

A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* ($F= 3,7206$; $P= 0,0304$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,5344$) foi de $21,00 \pm 2,22$ dias na densidade de 32:1 e de $24 \pm 2,00$ dias na densidade de 1:1 (Figura 2). A progênie por pupa de *T. molitor* ($F= 10,3936$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,6695$) aumentou com a densidade do parasitóide até 21:1 ($246,50 \pm 50,18$) (Figura 3). O número de fêmeas produzidas por fêmea de *T. diatraeae* ($F= 56,0123$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,7264$) foi inversamente proporcional ao aumento da densidade e variou entre $4,53 \pm 1,64$ e $66,66 \pm 9,22$ para as densidades de 28:1 e 1:1 respectivamente (Figura 4).

O número de imaturos mortos de *T. diatraeae* encontrados no interior de pupas de *T. molitor* não foi influenciado pela densidade desse parasitóide ($P \leq 0,05$) e apresentou médias de $4,56 \pm 2,87$; $3,78 \pm 3,38$; $3,33 \pm 2,73$; $4,00 \pm 3,38$; $3,67 \pm 1,03$; $4,64 \pm 4,08$ de acordo com as densidades testadas. A razão sexual estimada pela proporção de fêmeas geradas por pupas de *T. molitor* ($F= 8,4721$; $P= 0,0006$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,9529$) decresceu com o aumento das densidades de *T. diatraeae*, sendo maior $0,97 \pm 0,01$, quando se utilizou 1:1 fêmeas desse parasitóide com pupas de *T. molitor* (Figura 5).

Discussão

A densidade de fêmeas de *T. diatraeae* afetou a porcentagem de parasitismo e a emergência desse parasitóide em pupas de *T. molitor*. A progênie de *T. diatraeae* obtida em pupas de *D. saccharalis*, *A. gemmatalis*, *H. virescens* e *S. frugiperda* quando estas foram expostas, individualmente, a uma ou várias fêmeas desse parasitóide, quase

duplicou com 100% de parasitismo com várias fêmeas de *T. diatraeae* (PARON e BERTI FILHO, 2000). O número de descendentes produzidos por fêmea parasitóide pode ser influenciado pela competição entre elas durante a oviposição (CHONG e OETTING, 2007). Assim, a densidade de fêmeas pode afetar a fecundidade, reduzindo a eficiência de um sistema de criação massal, por meio da interferência mútua, principalmente com o aumento do número de fêmeas (SAGARRA et al., 2000a).

Nesse contexto, o número de ovos parasitados de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidade) foi influenciado pelo número de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (PARON et al., 1998), segundo estes autores é provável que houve tempo perdido pelo contato entre as fêmeas. Uma diminuição no parasitismo e emergência da prole de *Anagyrus kamali Moursi* (Green, 1948) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitando *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Pseudococcidae) foi observado com o aumento da densidade de fêmeas (SAGARRA et al., 2000a). O mesmo fato foi relatado para *Anagyrus sp. nov. nr. sinope* Noyes & Menezes (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitando *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923 (Hemiptera: Pseudococcidae) (CHONG e OETTING, 2006) e para *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) criados em pupas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA, 2006).

Neste sentido, fêmeas de *T. diatraeae* apresentaram interferência intraespecífica positiva até a densidade de 21:1, onde atingiu o número máximo de descendentes por pupa. A partir daí o número de descendentes produzidos decaiu com o aumento da densidade das fêmeas do parasitóide. O que pode ser atribuído como uma resposta a presença coespecífica, pois as fêmeas parasitóides têm uma forte tendência a evitar o superparasitismo (SAGARRA et al, 2000a). Outro aspecto a se considerar e que pode ser responsável pela diminuição da prole com o aumento da densidade de fêmeas de *T. diatraeae* é o limite de capacidade do hospedeiro (alimento disponível) para suportar os ovos do parasitóide.

Além disso, é possível que pupas de *T. molitor* apresentem algum tipo de mecanismo de defesa eficiente contra *T. diatraeae*, devido ao baixo parasitismo e emergência desse parasitóide na proporção de 1:1. Um hospedeiro pode apresentar defesa celular e reações que envolvem o encapsulamento e melanização do ovo do endoparasitóide (PENNACCHIO e STAND, 2006). Em contra partida, o superparasitismo pode aumentar as probabilidades de sobrevivência da progênie de um

parasitóide, pois diversos ovos podem esgotar a resposta celular imune de um hospedeiro (SAGARRA et al. 2000b). Dados semelhantes foram obtidos por *P. elaeisis*, em pupas de *B. mori*, expostas ao parasitismo nas densidades de 1:1, 9:1, 18:1, 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, parasitóide-hospedeiro, respectivamente, onde a emergência de parasitóides foi observada apenas a partir da densidade 18:1, e o maior número de descendentes de *P. elaeisis* por pupa de *B. mori* foi obtido na densidade de 45:1, que segundo o autor foi o número suficiente para neutralizar a atuação dos mecanismos de defesa desse hospedeiro. No entanto, o aumento da densidade desse parasitóide para 54:1 reduziu a progênie por pupa de *B. mori* devido ao superparasitismo (PEREIRA, 2006).

O período de desenvolvimento de *T. diatraeae* de ovo até a emergência do adulto decresceu com o aumento da densidade, o que indica que a competição por alimento pode ter ocasionado redução do tempo de desenvolvimento dos imaturos de *T. diatraeae*. Essa hipótese também foi constatada para diferentes densidades de *Melittobia digitata* Dahms, 1984 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Neobellieria bullata* Parker, 1916 (Diptera: Sarcophagidae) (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). O mesmo fato foi relatado para diferentes densidades de *P. elaeisis* parasitando pupas de *B. mori* (PEREIRA, 2006).

Trichospilus diatraeae se desenvolveu em pupas de *T. molitor* sob todas as densidades testadas, o que indica que pupas desse hospedeiro podem ser utilizadas para sua criação. A densidade de 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *T. molitor* proporcionou uma maior produção de descendentes desse parasitóide em menor tempo de desenvolvimento. No entanto, um número menor de fêmeas de *T. diatraeae* pode ser utilizado dependendo da finalidade. Densidades maiores não seriam recomendadas, uma vez que quanto maior o número de descendentes, menor o tamanho corporal destes (FIDGEN, et al., 2000) que devido a competição larval apresentam corpo menor e também uma menor aptidão reprodutiva (CHONG e OETTING, 2007). O que poderia comprometer a eficiência desses inimigos naturais.

O número de fêmeas de *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* produzidas por fêmea foi inversamente proporcional ao número total de descendentes obtidos. Geralmente, quando ocorre o superparasitismo, há um decréscimo significativo no número de fêmeas parasitóides (WYLIE, 1965). Esta mudança na razão sexual é relativamente independente do número de ovos postos por fêmea ou por pupa hospedeira. É essencialmente determinada pelo número de fêmeas ovipositando

simultaneamente: quanto maior o número de fêmeas ovipositando, menor número de ovos fertilizados é produzido (WALKER, 1966). A relação inversa do número de fêmeas produzido por fêmeas em função do aumento da densidade tem sido relatada por outros autores (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003; CHONG e OETTING, 2006).

A densidade de *T. diatraeae* não afetou o número de imaturos mortos encontrados no interior das pupas de *T. molitor*. O que seria outro indicativo da adequabilidade desse hospedeiro ao parasitóide. Pois, quanto mais adequado for um hospedeiro para o desenvolvimento de um parasitóide, menor será a mortalidade das formas jovens do mesmo (RODRIGUES et al., 2003).

Alguns estudos mostram que a razão sexual é influenciada pela temperatura ambiente, pelo tempo de exposição ao parasitismo e pela densidade de fêmeas (GODFRAY, 1994; PACHECO E CORRÊA-FERREIRA, 1998). Dessa forma, verificou-se que em pupas de *T. molitor*, a razão sexual do parasitóide *T. diatraeae* foi influenciada pela densidade de fêmeas, apresentando valores maiores para as menores densidades, o que implica dizer que as fêmeas possuem um menor gasto de energia na produção de machos na tentativa de perpetuação da espécie, já que a fêmea é responsável pela manutenção e pelo crescimento populacional do parasitóide (BROOIJMANS e LENTEREN, 1997). Essa característica representa grande potencialidade da espécie estudada. Pois a eficiência do parasitóide para criação massal é maximizada quando um número elevado de fêmeas é obtido (SAGARRA et al, 2000a). Os resultados apresentados demonstram desenvolvimento satisfatório de *T. ditraeae* em pupas de *T. molitor* e permitem a utilização desse hospedeiro alternativo para criação de *T. diatraeae*.

Conclusão

Trichospilus diatraeae parasita e se desenvolve em pupas de *T. molitor* em todas as densidades testadas.

A densidade de 21 fêmeas de *T. diatraeae* para pupas de *T. molitor* proporciona maior produção de descendentes desse parasitóide com menor tempo de desenvolvimento.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.
- BROOIJMANS, C.; VAN LENTEREN, J.C. Origins and population dynamics of pests, diseases and weeds. In: VAN LENTEREN, J.C (ed.), **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen, Agricultural University Wageningen, 339p, 1997.
- CHOI, W.I.; YOON, T.J.; RYOO, M.I. Host-size-dependent feeding behaviour and progeny sex ratio of *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae). **Journal of Applied Entomology**, v.125, p.71-77, 2001.
- 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.39, p.320-328, 2006.
- CHONG, J.-H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v.90, p.656-664, 2007.
- FIDGEN, J. G., E. S. EVELEIGH, AND D. T. QUIRING. Influence of host size on oviposition behaviour and fitness of *Elachertus cacoeciae* attacking a low-density population of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* larvae. **Ecological Entomology**, v.25, p.156-164, 2000.
- GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids, Behavioral and Evolutionary Ecology**, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 473 pp, 1994.
- IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. A language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v.5, p.299-314, 1996.
- MATOS NETO, F.C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J.C.; SILVA, C.H.O.; PICANÇO, M.C. Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1077-1081, 2004.
- OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A. **Influência de dados da broca-do-fruto da graviola no Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa-CPAC, (Comunicado Técnico), n.51, p.1-5, 2001.
- OTUKA, A.K.; VACARI, A.M.; MARTINS, M.I.E.G.; BORTOLI, S.A. De. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. **O Biológico**, v.68, p.224-227, 2006.

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

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

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

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

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

PEREIRA, F.F. **Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros natural e alternativo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 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 parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008a.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. Species of Lepidoptera Defoliators of Eucalyptus as New Host for the Parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v.51, p.259-262, 2008b.

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.637-642, 2003.

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

SAGARRA, L.A.; PETERKIN, D.D.; VICENT, 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.647-653, 2000b.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera:Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.81-87, 2001.

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.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J.C.; Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v.16, p.224-230, 1992.

WALKER, I. Effect of population density on the viability and fecundity in *Nasonia vitripennis* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). **Ecology**, v.48, p.294-301, 1966.

WYLIE, H.G. Effects of superparasitism on *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hymenoptera: Pteromalidae). **Canadian Entomologist**, v.97, p.326-331, 1965.

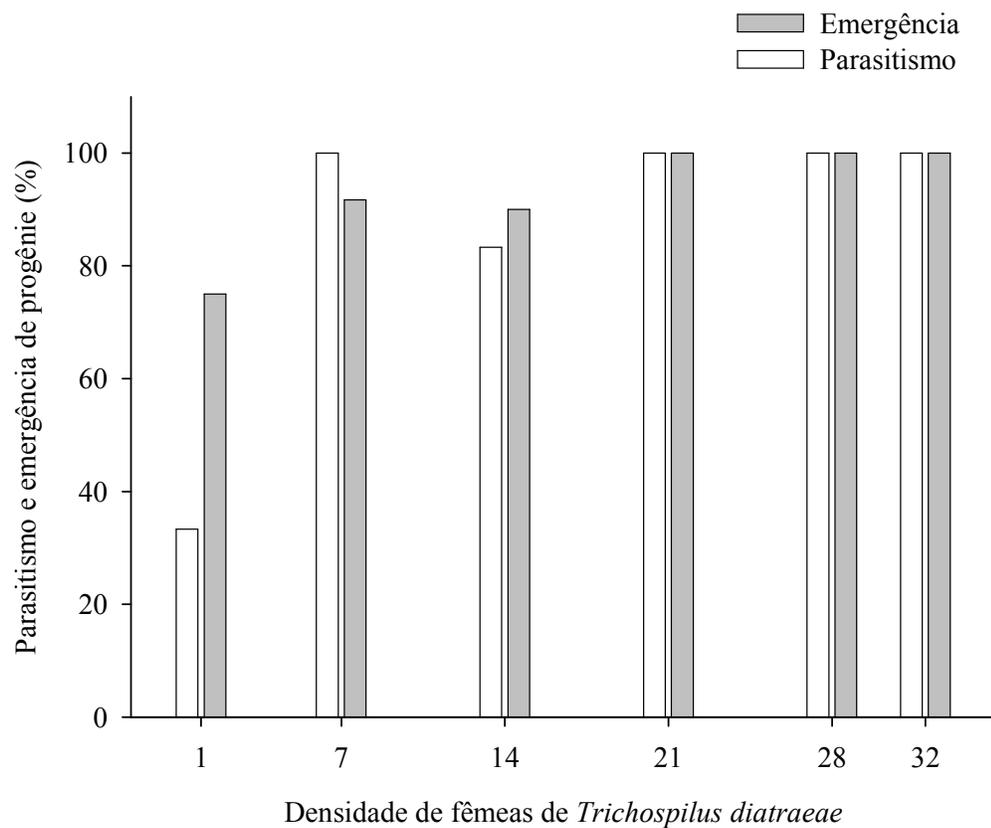


Figura 1 – Porcentagem de parasitismo e emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14, 21, 28 ou 32 fêmeas por pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) a temperatura máxima média de $25,86^{\circ}\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^{\circ}\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas.

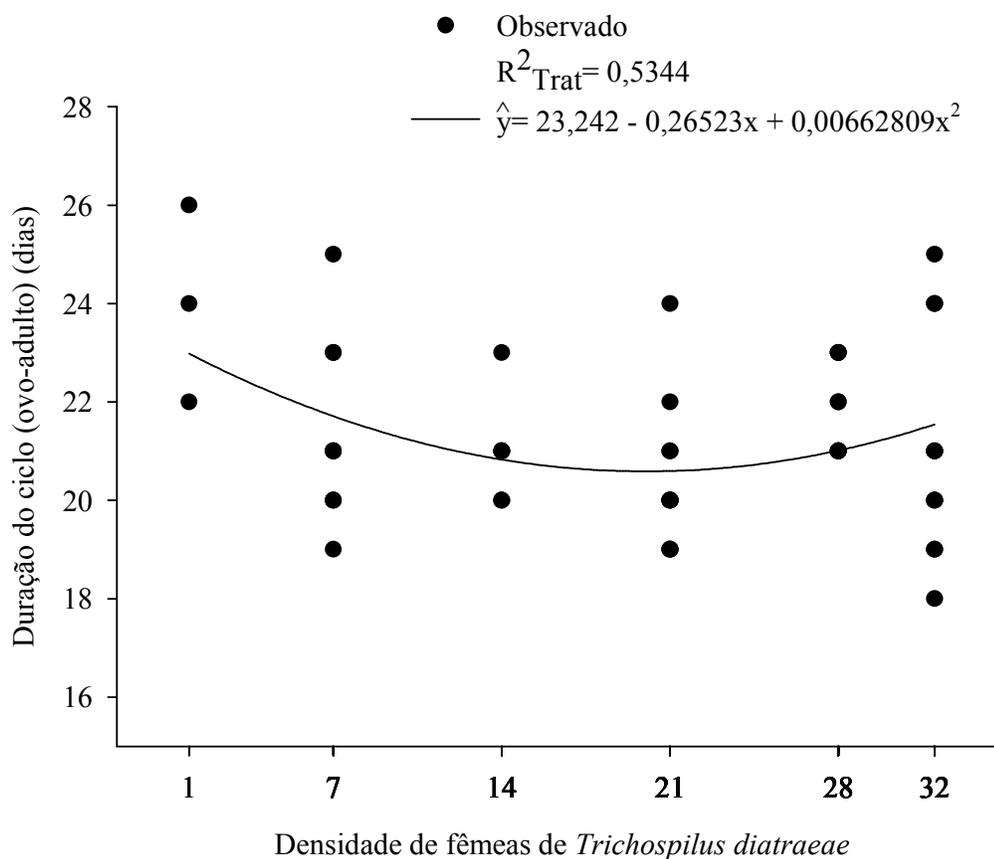


Figura 2 - Duração do ciclo (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14, 21, 28 ou 32 fêmeas por pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) a temperatura máxima média de $25,86^{\circ}\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^{\circ}\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas ($F = 3,7206$; $P = 0,0304$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,5344$).

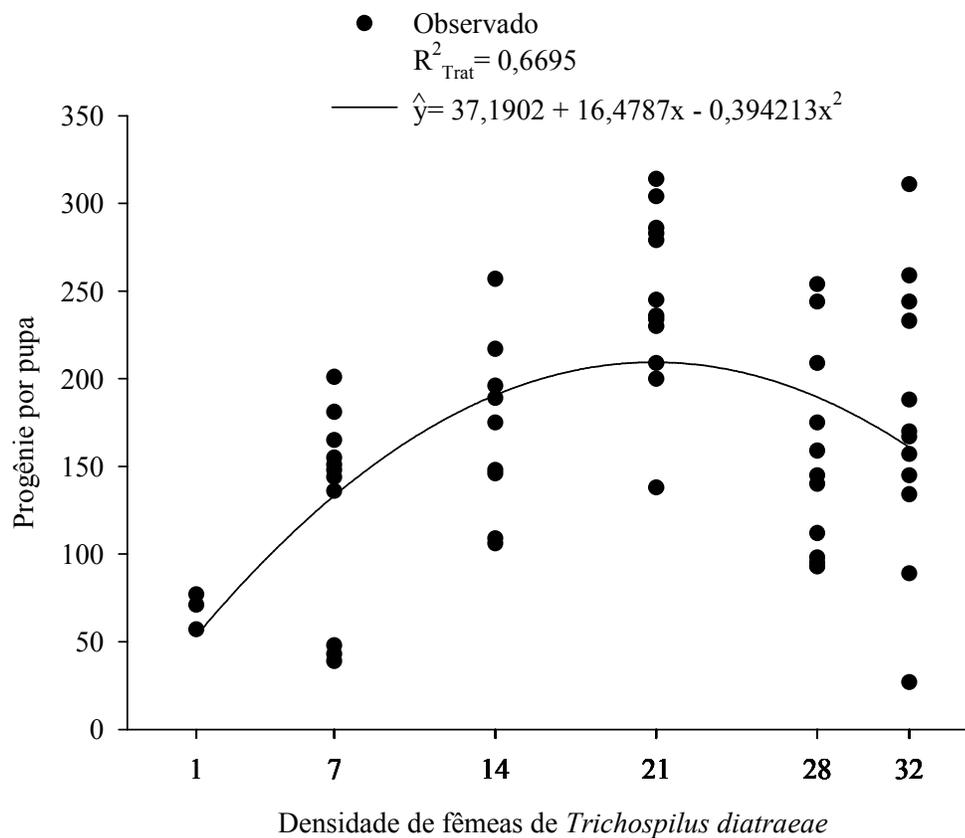


Figura 3 – Progenie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14, 21, 28 ou 32 fêmeas desse parasitóide por pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) a temperatura máxima média de $25,86^\circ\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^\circ\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas ($F = 10,3936$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,6695$).

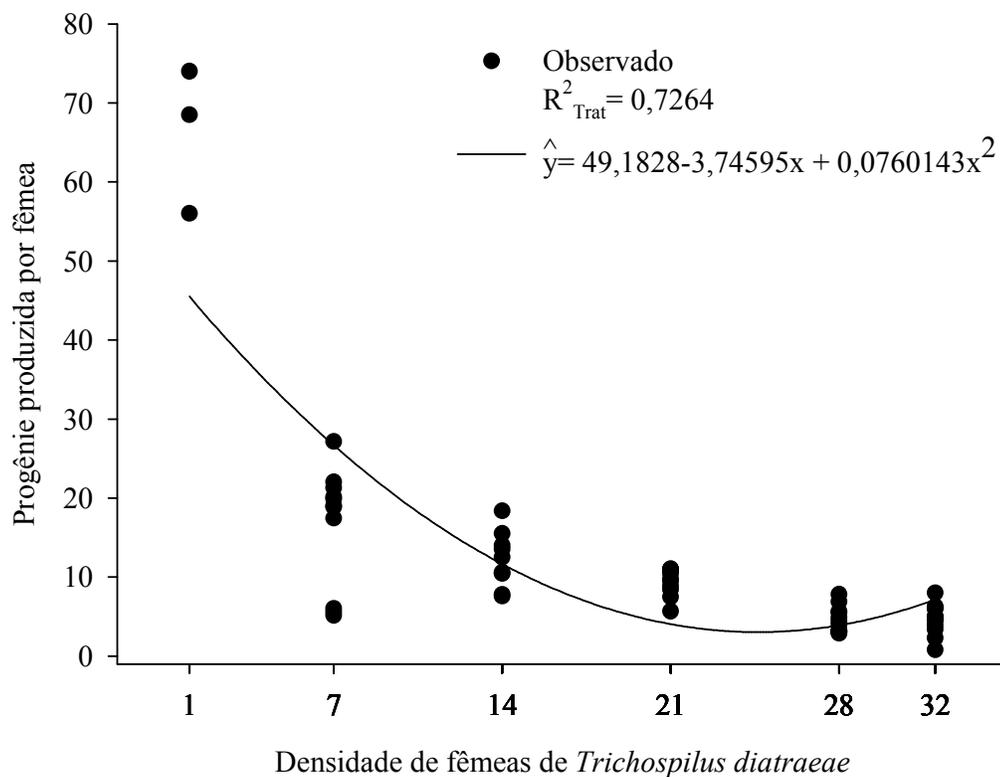


Figura 4 – Progênie por fêmea de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14, 21, 28 ou 32 fêmeas desse parasitóide por pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) a temperatura máxima média de $25,86^{\circ}\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^{\circ}\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas ($F = 56,0123$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,7264$).

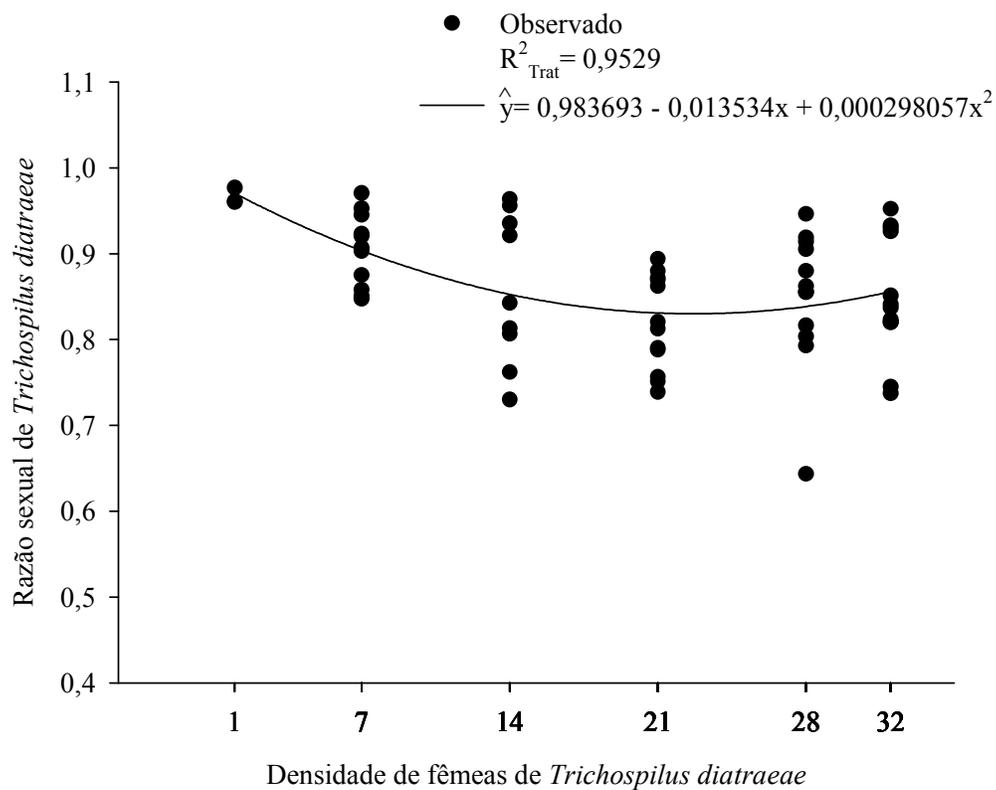


Figura 5 – Razão sexual de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14, 21, 28 ou 32 fêmeas desse parasitóide por pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) a temperatura máxima média de $25,86^\circ\text{C} \pm 0,93$, mínima média de $24,25^\circ\text{C} \pm 0,51$, umidade relativa máxima média de $61,80\% \pm 3,7$, mínima média de $55,33\% \pm 5,7$ e fotofase de 12 horas ($F = 8,4721$; $P = 0,0006$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,9529$).

CAPÍTULO IV

**Biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos
hospedeiros *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio
molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)**

Biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)

Resumo: *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitóide pupal e apresenta potencial para ser utilizado em programas de controle biológico de insetos. Escassos são as informações sobre este parasitóide e seus hospedeiros. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* sobre os hospedeiros *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Quinze pupas de cada hospedeiro com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo durante 72 horas por 14 fêmeas de *T. diatraeae* de 48 horas de idade. A duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* foi de $20,00 \pm 0,00$ e $22,89 \pm 0,35$ dias em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor*, respectivamente, com 100 e 80% de parasitismo e 40 e 75% de emergência deste parasitóide sobre o primeiro e segundo hospedeiro, respectivamente. A progênie de *T. diatraeae* foi de $354,00 \pm 41,09$ e $151,56 \pm 30,97$ por pupa de *D. saccharalis* e *T. molitor*, respectivamente. O número de indivíduos de *T. diatraeae* que não completaram o desenvolvimento foi maior em pupas de *D. saccharalis* ($71,50 \pm 19,33$). A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* apresentou valores semelhantes ($0,94 \pm 0,01$ e $0,93 \pm 0,02$), respectivamente. A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* emergidos de pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* foi de ($5,93 \pm 0,70$ e $7,0 \pm 1,53$) e de ($12,04 \pm 0,69$ e $8,4 \pm 1,19$) dias, respectivamente. De maneira geral, as características biológicas de *T. diatraeae* foram melhores em pupas de *D. saccharalis* do que em *T. molitor*.

Termos para indexação: controle biológico, biologia de parasitóides, parasitóide pupal.

Abstract: *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a pupal endoparasitoid and shows potential for use in programs of biological control of insects. Information is scarce on this parasitoid and its hosts. This study aimed to evaluate the reproductive performance of *T. diatraeae* on the host *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) and *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Fifteen pupae of each host with 24 hours of age were exposed to parasitism for 72 hours for 14 females of *T. diatraeae* of 48

hours of age. The duration of the life cycle of *T. diatraeae* was 20.00 ± 0.00 and 22.89 ± 0.35 days for pupae of *D. saccharalis* and *T. molitor*, respectively with 100 and 80% of parasitism and 40 and 75% of emergency this parasitoid on the first and second host, respectively. The progeny of *T. diatraeae* was 354.00 ± 41.09 and 151.56 ± 30.97 per pupa of *D. saccharalis* and *T. molitor*, respectively. The number of individuals of *T. diatraeae* not completed the development was higher in pupae of *D. saccharalis* (71.50 ± 19.33). The sex ratio of *T. diatraeae* in pupae of *D. saccharalis* and *T. molitor* showed similar values (0.94 ± 0.01 and 0.93 ± 0.02), respectively. The longevity of females and males of *T. diatraeae* emerged from pupae of *D. saccharalis* and *T. molitor* was (5.93 ± 0.70 and 7.0 ± 1.53) and (12.04 ± 0.69 and 8.4 ± 1.19) days, respectively. In general, the biological characteristics of *T. diatraeae* were better in pupae of *D. saccharalis* than *T. molitor*.

Index terms: biological control, biology of parasitoids, pupal parasitoids.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar possui grande importância no âmbito socioeconômico, devido a sua utilização na produção de alimento e ração animal, bem como por ser uma das alternativas para o consumo automotivo, propiciando redução na importação de petróleo. Os problemas fitossanitários relacionados a essa cultura têm se tornado um dos principais fatores limitantes para sua produção e rendimento industrial (OLIVEIRA et al., 2008). Entre estes se destaca a broca-do-colmo, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), vulgarmente conhecida como broca-pequena-da-cana-de-açúcar (MENDONÇA, 1996).

A broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis* é considerada uma das principais pragas das Américas (OLIVEIRA et al., 2008). Seu comportamento alimentar, no interior dos caules, dificulta o controle. Pesticidas sintéticos não são adequados devido à difícil penetração no colmo e comprometimento ambiental. Para evitar ou minimizar os danos produzidos pela *Diatraea* spp., programas de biocontrole baseados em parasitóides e predadores são utilizados (GALLO, 2002). O Programa Nacional de controle da *Diatraea* spp. no Brasil começou na década de 1970 e é considerado o maior programa de controle biológico do mundo baseado no parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1981) (Hymenoptera: Braconidae) (GITAHY et al.,

2007). Muitas pesquisas também têm sido feitas com espécies de *Trichogramma* para o controle de ovos da *D. saccharalis* (BOTELHO, 1999; LIMA FILHO e DE LIMA, 2001; LIMA FILHO e DE LIMA, 2003; PEREIRA-BARROS et al., 2005). No entanto, escassos são os estudos no Brasil sobre os inimigos naturais da pupa de *D. saccharalis*.

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) parasita principalmente pupas de lepidópteros, e tem sido estudado como potencial agente no controle biológico de pragas (BOUCEK, 1976, PARON e BERTI-FILHO, 2000; ZANUNCIO et al., 2008). O desenvolvimento de técnicas de criação de parasitóides para programas de controle biológico depende do hospedeiro alternativo adequado (LEMOS et al., 2003; RAMALHO e DIAS, 2003; PRATISSOLI et al., 2005) e do conhecimento do potencial da espécie sobre o hospedeiro a ser controlado (PINTO e PARRA, 2002; PASTORI et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* nos hospedeiros *D. saccharalis* e *T. molitor*.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul em sala climatizada com temperaturas máxima média de $24,94 \pm 0,31$, mínima média de $23,24 \pm 0,25$, umidade relativa máxima média de $58,76 \pm 1,46$, mínima média de $52,41 \pm 1,96$ e fotofase de 12 horas.

Criação do hospedeiro alternativo *T. molitor*

A criação estoque do hospedeiro alternativo, *T. molitor* foi iniciada com larvas provenientes da criação estoque do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As larvas foram mantidas em bandejas plásticas de 39,3 x 59,5 x 7,0cm, alimentadas com farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e chuchu (ZAMPERLINE e ZANUNCIO, 1992).

Criação de *D. saccharalis*

Pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pela empresa Biosoluções (Dourados-MS). Criadas seguindo a seguinte metodologia: após a eclosão, as lagartas desse lepidóptero foram colocadas em potes telados com dieta artificial onde permaneceram

até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas 50 adultos (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas de PVC (10 x 22cm), revestido 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 (PARRA, 2007).

Criação de *T. diatraeae*

A criação de *T. diatraeae* foi iniciada com adultos provenientes de pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). Estes parasitóides estavam sendo mantidos em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). Fêmeas de *T. diatraeae* foram mantidas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para multiplicação da criação, pupas de *T. molitor* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 72 horas. Após esse período, as pupas parasitadas foram individualizadas em tubos de vidro, acondicionadas em bandejas plásticas e mantidas em sala climatizada até a emergência de adultos. Conforme a metodologia adotada para criação do parasitóide *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) (PEREIRA et al., 2008).

Desenvolvimento experimental

Quinze pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* com peso médio de $(0,160 \pm 0,01 \text{ g})$ e $(0,120 \pm 0,01 \text{ g})$, respectivamente com até 24 horas, foram individualizadas em tubos de vidro (14 x 2,2 cm) e expostas ao parasitismo por quatorze fêmeas de *T. diatraeae* com 48 horas de idade. As fêmeas do parasitóide foram retiradas dos tubos após 72 horas e as pupas hospedeiras foram mantidas em sala climatizada até a emergência dos adultos desse parasitóide. A mortalidade natural dos hospedeiros foi calculada (ABBOTT, 1925) nas mesmas condições ambientais do experimento.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), porcentagem de parasitismo, porcentagem e o número de parasitóides emergidos, razão sexual ($rs = n.^{\circ}$ de fêmeas/ $n.^{\circ}$ total) e o número de imaturos que não completaram seu desenvolvimento e a longevidade dos descendentes foram avaliados. O sexo dos adultos de *T. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos representados por *T. diatraeae* criado em cada hospedeiro (*D. saccharalis* e *T. molitor*), com 15 repetições, sendo cada uma representada por uma pupa hospedeira. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste F, com o software SAEG 8.0, exceto os valores da porcentagem de parasitismo e de emergência e distribuição binomial ($P \leq 0,05$) pelo R Statistical System (IHAKA e GENTLEMAN, 1996).

Resultados

O parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor* foi de 100 e 80% ($P = 0,034$), respectivamente, com emergência de 40 e 75% ($P = 0,272$) para o primeiro e segundo hospedeiro, respectivamente (Figura 1). A duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* foi maior em pupas de *T. molitor* ($22,89 \pm 0,35$) que em *D. saccharalis* ($20,00 \pm 0,01$) (Tabela 1). A progênie de *T. diatraeae* foi maior em pupas de *D. saccharalis* ($354,00 \pm 41,09$) que naquelas de *T. molitor* ($151,56 \pm 30,97$) (Tabela 1). O número de indivíduos de *T. diatraeae* que não completaram o desenvolvimento em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor* foi de ($71,50 \pm 19,33$ e $13,25 \pm 8,64$), respectivamente. A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e de *T. molitor* apresentou valores semelhantes ($0,94 \pm 0,01$ e $0,93 \pm 0,02$), respectivamente. A longevidade de fêmeas e de machos do parasitóide provenientes de pupas de *T. molitor* ($12,95 \pm 0,73$ e $8,4 \pm 1,07$) foi maior do que a apresentada por *T. diatraeae* emergidos de pupas de *D. saccharalis* ($7,0 \pm 0,81$ e $7,60 \pm 1,15$) (Tabela 1).

Discussão

O elevado índice de parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor* demonstra a capacidade do parasitóide de aceitar e se adequar a diferentes espécies hospedeiras. Índices próximos foram relatados para *T. diatraeae* em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON e BERTI FILHO, 2000).

O baixo índice de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* pode estar relacionado ao superparasitismo, pois ao dissecar as pupas um elevado número de imaturos foi encontrado. É possível que o número de ovos colocados pelas fêmeas de *T. diatraeae* ultrapassou o limite de capacidade do hospedeiro (alimento disponível), acarretando competição entre as larvas do parasitóide, resultando em mortalidade.

A progênie de *T. diatraeae* produzida em pupas de *D. saccharalis* foi maior em relação a *T. molitor*. O que pode ser atribuído ao tamanho dos hospedeiros utilizados (pupas maiores suportam o desenvolvimento de um maior número de imaturos), corroborando com observações feitas para *T. diatraeae* em pupas de diferentes hospedeiros (PARON e BERTI-FILHO, 2000). Por isso, é possível que fêmeas de *T. diatraeae* tenham ovipositado maior quantidade de ovos em pupas de *D. saccharalis*, o que, conseqüentemente, gerou maior progênie deste parasitóide.

Uma menor duração do ciclo de vida (ovo-adulto) associado com um maior número de parasitóides emergidos por pupa de *D. saccharalis* foi observado. O que indica que possivelmente houve competição dos imaturos por nutriente reduzindo assim o tempo de desenvolvimento de *T. diatraeae*, semelhante ao ocorrido com *Melittobia digitata* Dahms, 1984 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Neobellieria bullata* Parker, 1916 (Diptera: Sarcophagidae) (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). O mesmo fato foi relatado para fêmeas de *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) criados em pupas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA, 2006). No entanto, é conveniente salientar que a competição por nutrientes embora seja considerada um fator de extrema importância, não é a única responsável pela diferença no tempo de desenvolvimento deste parasitóide. A duração do ciclo de um parasitóide depende de vários fatores, dentre eles a espécie hospedeira e a temperatura (ZAGO, et al., 2006).

O elevado número de imaturos de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* pode ter sido causado pela deposição de prole maior do que o hospedeiro pode suportar. Muitas larvas em um hospedeiro resulta em competição, levando a uma alta mortalidade e descendência com baixa fecundidade (SCHMIDT e SMITH 1985) uma vez que quanto maior o número de descendentes, menor o tamanho corporal destes (FIDGEN, et al., 2000) que devido a competição larval apresentam corpo menor e também uma menor aptidão reprodutiva (SCHMIDT, 1994; CHONG e OETTING, 2007). Este fato poderia comprometer a eficiência desses inimigos naturais, principalmente, quando liberados no campo.

A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* e *T. molitor* apresentou valores semelhantes e elevados, o que facilita o aumento da população deste parasitóide para realização de experimentos em laboratório ou liberações no campo. Este fato mostra que essa espécie apresenta elevada capacidade reprodutiva e grande potencialidade. Visto que, as fêmeas parasitóides são as principais responsáveis pelo

parasitismo e produção de descendentes (MATOS NETO et al., 2004, PASTORI et al., 2007, SOARES, et al., 2007), assim, a manutenção e o aumento da população de inimigos naturais dependem do número de fêmeas geradas (BROOIJMANS e LENTEREN, 1997). Além disso, o fato do hospedeiro não influenciar na razão sexual desse parasitóide é outro indicativo de adequabilidade do hospedeiro alternativo estudado.

A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foi menor em pupas de *D. saccharalis* do que a apresentada em pupas de *T. molitor*. Isso pode ser atribuído à menor condição nutricional devido à competição por alimento enquanto imaturos. O mesmo fato foi relatado para fêmeas de *M. digitata* em pupas de *N. bullata* (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003).

Pupas de *T. molitor* são adequadas para criação massal de *T. diatraeae*, por apresentar um bom desenvolvimento reprodutivo (parasitismo, emergência, progênie por pupa, imaturos, razão sexual, longevidade de fêmeas e machos). No entanto, comparando-se o número de parasitóides emergidos por pupa houve maior emergência em *D. saccharalis*, embora com elevado número de imaturos e com baixa longevidade. Isso demonstra que um número menor de fêmeas por pupa deve ser usado em *D. saccharalis* para um melhor desempenho do parasitóide em condições de laboratório. Isto poderá ser investigado em trabalhos futuros.

Conclusão

De maneira geral, as características biológicas de *T. diatraeae* são melhores em pupas de *D. saccharalis* do que em *T. molitor*.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera:

Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.

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

BROOIJMANS, C.; VAN LENTEREN, J.C. Origins and population dynamics of pests, diseases and weeds. In: VAN LENTEREN, J.C (ed.), **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen, Agricultural University Wageningen, 339p, 1997.

CHONG, J.-H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v.90, p.656-664, 2007.

FIDGEN, J. G., E. S. EVELEIGH, AND D. T. QUIRING. Influence of host size on oviposition behaviour and fitness of *Elachertus cacoeciae* attacking a low-density population of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* larvae. **Ecological Entomology**, v.25, p.156-164, 2000.

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.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. **Entomologia Agrícola**. FEALQ. Piracicaba, 920p. 2002.

GITAHY, P. de M.; SOUZA, M. T. de; MONNERAT, R. G.; ARRIGONI, E. de B.; BALDANI, J. I. A brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, p.531-537, 2007.

IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. A language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v.5, p.299-314, 1996.

LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. Age-dependent fecundity and life fertility tables for *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator, in laboratory studies with an artificial diet. **Environmental Entomology**, v.32, p.592-601, 2003.

LIMA FILHO, M.; DE LIMA, J.O.G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais. **Neotropical Entomology**, v.30, p.483-488, 2001.

LIMA FILHO, M.; DE LIMA, J.O.G. Efeito de escamas de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) na produção de *Trichogramma galloi* Zucchi criado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller). **Revista Universidade Rural**, v.22, p.23-31, 2003.

MATOS NETO, F.C.; ZANUNCIO, J.C.; CRUZ, I.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Progeny production and parasitism by *Campoletis flavicincta* (Hym.:

Ichneumonidae) as affected by female ageing. **Biological Agriculture & Horticulture** v.22, p.369-378, 2004.

MENDONÇA, A. F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. 200 p.

OLIVEIRA, M. A. P. de; MARQUES E. J.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; BARROS, R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.30, p.220-224, 2008.

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

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

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 6 ed. rev. ampl. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2007.

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology** v.36, p.926-931, 2007.

PEREIRA-BARROS, J.L.; BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.; SANTOS, A.J.N.; CARVALHO, L.W.T.; CARVALHO, L.H.T.; OLIVEIRA, C.J.T. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trigrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.714-718, 2005.

PEREIRA, F.F. **Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros natural e alternativo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. Species of Lepidoptera Defoliators of Eucalyptus as New Host for the Parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v.51, p.259-262, 2008.

PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P. Liberação de inimigos naturais, p. 325-342. In Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S. & Bento, J.M.S. (eds.). **Controle biológico no Brasil - parasitóides e predadores**. Piracicaba, Manole, 2002, 609p.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; PINON, T.B.M.; ANDRADE, G.S. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* and *T.*

acacioi (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), in eggs of two alternative hosts. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.523-529, 2005.

RAMALHO, F.S.; DIAS, J.M. Efeitos dos hospedeiros alternativos na biologia de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitóide de *Antonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.305-310, 2003.

SCHMIDT, J.M.; J.J.B. SMITH. The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. **Entomologia Experimentalis et Applicata** V.39, p.287-294,1985.

SCHMIDT, J. M. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*, p. 165-200. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford, CABI Publishing, 286p. 1994.

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.

SOARES, M. A., G. L. D. LEITE, J. C. ZANUNCIO, S. L. ROCHA, V. G. M. SÁ; J. E. SERRÃO. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314–318, 2007..

ZAGO, H.B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR, M.G.C. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiro alternativos. **Neotropical Entomology**, v.35, p.377-381, 2006.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J.C.; Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v.16, p.224-230, 1992.

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

Tabela 1 - Médias (\pm Erro Padrão) de duração do ciclo (dias); progênie; número de imaturos; razão sexual; longevidade de fêmeas e machos (dias) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro natural e alternativo. Temperatura máxima média de $24,94 \pm 0,31$, mínima média de $23,24 \pm 0,25$, umidade relativa máxima média de $58,76 \pm 1,46$, mínima média de $52,41 \pm 1,96$ e fotofase de 12 horas.

Características biológicas	<i>Diatraea saccharalis</i>	(n)	<i>Tenebrio molitor</i>	(n)
Duração do ciclo (Ovo-adulto)	$20,00 \pm 0,01$ b	6	$22,89 \pm 0,35$ a	9
Progênie	$354,00 \pm 41,09$ a	6	$151,56 \pm 30,97$ b	9
Número de imaturos	$71,50 \pm 19,33$ a	6	$13,25 \pm 8,64$ b	4
Razão sexual	$0,94 \pm 0,01$ a	6	$0,93 \pm 0,02$ a	9
Longevidade (Fêmeas)	$7,0 \pm 0,81$ b	20	$12,95 \pm 0,73$ a	20
Longevidade (Machos)	$7,6 \pm 1,15$ a	10	$8,4 \pm 1,07$ a	10

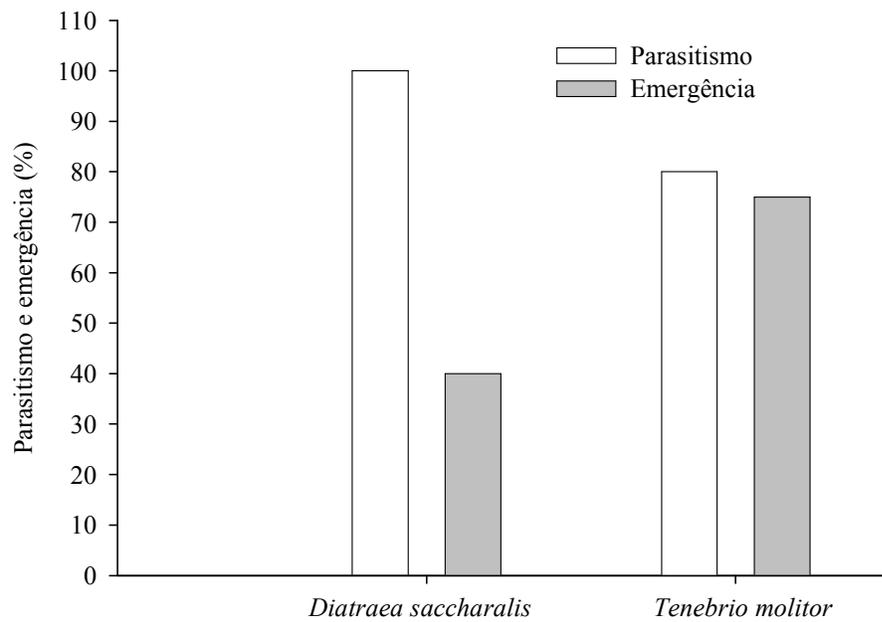


Figura 1 - Porcentagem de parasitismo e emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) com temperatura máxima de $24,94 \pm 0,31$, mínima de $23,24 \pm 0,25$, umidade relativa máxima de $58,76 \pm 1,46$, mínima de $52,41 \pm 1,96$ e fotofase de 12 horas.

CONCLUSÕES GERAIS

Esse é o primeiro relato de que pupas de *T. molitor* podem ser parasitadas por *T. diatraeae*.

Com base nos resultados da tabela de vida, pode-se afirmar que pupas de *T. molitor* são adequadas ao desenvolvimento de *T. diatraeae* e podem ser utilizadas para criação deste parasitóide.

A densidade de 21 fêmeas de *T. diatraeae* para pupas de *T. molitor* proporciona maior produção de descendentes desse parasitóide com menor tempo de desenvolvimento.

De maneira geral, as características biológicas de *T. diatraeae* são melhores em pupas de *D. saccharalis* do que em *T. molitor*.

Os resultados obtidos neste trabalho são importantes para criação massiva de *T. diatraeae* em laboratório. Outras pesquisas relacionadas às exigências térmicas, comportamento de busca, custo de produção e a compatibilidade do uso de *T. diatraeae* a outros métodos de controle, além da possibilidade de sua associação com outros parasitóides (ovo e larva), precisam ser realizadas, para que o sucesso na utilização deste inimigo natural em programas de controle biológico, principalmente, da broca da cana-de-açúcar seja alcançado.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)