

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E
COMPORTAMENTAIS DE *Trichospilus diatraeae*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) CRIADO EM PUPA DE
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

DANIELE FABIANA GLAESER

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011**

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS DE
Trichospilus diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) CRIADO
EM PUPA DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

DANIELE FABIANA GLAESER
Bióloga

Orientador: FABRICIO FAGUNDES PEREIRA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutora.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

591.52490 Glaeser, Daniele Fabiana.
G543c Características biológicas e comportamentais de
Trichospilus diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae) criado
em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)
/ Daniele Fabiana Glaeser. – Dourados, MS : UFGD, 2011.
89 f.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade
Federal da Grande Dourados.

1. Insetos parasitoides. 2. *Trichospilus diatraeae*. 3.
Broca da cana-de-açúcar. 4. Pupa de *Diatraea saccharalis*. 5.
Controle biológico. I. Título.

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E
COMPORTAMENTAIS DE *Trichospilus diatraeae*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) CRIADO EM PUPA
DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

Por

DANIELE FABIANA GLAESER

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de

DOUTORA EM AGRONOMIA

Área de concentração: Produção Vegetal

Aprovada em: 09/12/2011

Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Orientador - UFGD

Dr. William Fernando Antonialli Junior
Membro Titular – UEMS

Dr. Cácia Leila Tigre Pereira Viana
Membro Titular - UFGD

Dr. Gilberto Santos Andrade
Membro Titular – UFES

Dr. Hugo Bolsoni Zago
Membro Titular - UFES

A Deus,

Por me conceder a vida.

A minha filha Geovana,

Razão do meu viver.

Aos meus pais Vera Lúcia Glaeser e Darci João Glaeser,

E irmãos Daiane Luana Glaeser e Daniel Aparecido Glaeser,

Pela confiança, cuidado e amor.

Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade de desenvolver este trabalho, além de me conceder força e saúde para enfrentar todos os obstáculos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

Ao professor Dr. Fabricio Fagundes Pereira pela orientação, dedicação e entusiasmo nos trabalhos realizados.

Ao Professor Dr. Honório Roberto dos Santos, a quem admiro pela sua humanidade, e dignidade e a quem devo gratidão pela amizade, incentivo e confiança em minha trajetória acadêmica.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Dr. Marcos Gino Fernandes por ser atencioso sempre que precisei de ajuda na realização de meus trabalhos.

Ao Dr. Harley Nonato de Oliveira, e professores Dr. Munir Mauad e Dr. Antônio Carlos Tadeu Vitorino, pela participação na banca de minha qualificação.

As minhas irmãs do coração, Elizangela Leite Vargas Grance e Vanessa Rodrigues Ferreira Calado pela amizade, incentivo, carinho e colaboração imprescindível.

A minha amiga Adriana Torquete Rodrigues pelo convívio e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da UFGD, Daniele Perassa Costa, Kellen Fávero, Fabiana Garcia de Oliveira, Maikon Alex Barbosa Santos, Roberto Augusto Chichera, Paulo Henrique Ramos Fernandes, Nicholas Vinicius Silva, Mônica Ansilago, Denisar Paggioli de Carvalho, Bruna Aparecida Cáceres Rodrigues, pelos momentos divertidos.

Ao colega Patrik Luis Pastori por estar sempre disposto a ajudar no que for preciso.

A secretária da Pós-Graduação em Agronomia, Lúcia Maria Teles por sua dedicação nos serviços prestados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro para a execução deste trabalho.

Aos membros da Banca de Tese de Doutorado, Dr. Cácia Leila Tigre Pereira Viana, Dr. Hugo Bolsoni Zago, Dr. Gilberto Santos Andrade, Dr. William Fernando Antonialli Junior pelas valiosas sugestões que contribuíram para a melhoria da versão final desse trabalho.

Aos meus queridos, pai, Darci João Glaeser e mãe, Vera Lúcia Glaeser que foram os principais responsáveis por esta conquista, me incentivando a seguir em frente nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Daiane Luana Glaeser e Daniel Aparecido Glaeser por serem juntamente com meus pais, minhas jóias preciosas. Obrigada pela confiança!

A minha irmã adotiva Sirlei Martins de Arruda, por fazer parte da grande família.

A minha linda e estimada filha, Geovana Glaeser de Paiva, pelo grande amor, por me proporcionar tantas alegrias, inspiração e ânimo.

A avó da minha filha, Maria Helena de Souza Paiva por me auxiliar nos cuidados com a Geovana.

A todos que direta ou indiretamente me incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho que representa uma importante etapa de minha vida.

BIOGRAFIA

DANIELE FABIANA GLAESER, filha de Vera Lúcia Glaeser e Darci João Glaeser, nasceu em Palotina, Paraná, Brasil, em 12 de junho de 1983.

Estudou todo o Ensino Fundamental e Médio na rede pública.

Em setembro de 2001, iniciou a vida acadêmica na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Ivinhema, onde concluiu a graduação em Ciências Biológicas em setembro de 2005.

Em março de 2006, ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, concluindo o Mestrado em fevereiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o curso de Doutorado, também em Agronomia, e submeteu-se a defesa da Tese no dia 09 de dezembro de 2011, recebendo aprovação.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVO.....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
CAPÍTULO 1. Desempenho reprodutivo de <i>Trichospilus diatraeae</i> no hospedeiro natural <i>Diatraea saccharalis</i> após criado por sucessivas gerações no hospedeiro alternativo <i>Tenebrio molitor</i>	11
Resumo.....	12
Abstract.....	12
1. Introdução.....	13
2. Material e Métodos.....	14
3. Resultados.....	16
4. Discussão.....	17
5. Conclusão.....	18
6. Agradecimentos.....	19
7. Referências.....	19
CAPÍTULO 2. Desenvolvimento e progênie de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em função do peso de pupas de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	25
Resumo.....	26
Abstract.....	26
1. Introdução.....	27
2. Material e Métodos.....	28
3. Resultados.....	30
4. Discussão.....	31
5. Conclusões.....	34
6. Agradecimentos.....	34

7. Referências.....	34
---------------------	----

CAPÍTULO 3. Comportamento e características biológicas de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades.....	44
Resumo.....	45
Abstract.....	45
1. Introdução.....	46
2. Material e Métodos.....	48
3. Resultados.....	51
4. Discussão.....	52
5. Conclusões.....	58
6. Agradecimentos.....	58
7. Referências.....	58

CAPÍTULO 4 Parasitismo de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes idades em pupa de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	69
Resumo.....	70
Abstract.....	70
1. Introdução.....	71
2. Material e Métodos.....	72
3. Resultados.....	74
4. Discussão.....	75
5. Conclusão.....	77
6. Agradecimentos.....	77
7. Referências.....	77

CONCLUSÕES GERAIS.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
ANEXOS	87
APÊNDICE.....	89

RESUMO

GLAESER, D. F. Universidade Federal da Grande Dourados, dezembro/2011. **Características biológicas e comportamentais de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** Orientador: Fabricio Fagundes Pereira. Co-orientador: Honório Roberto dos Santos.

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide pupal que apresenta potencial para o controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). O objetivo geral foi avaliar características biológicas e comportamentais de *T. diatraeae* criado em pupa de *D. saccharalis*. Para isso, os seguintes trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* no hospedeiro natural *D. saccharalis* após criado por sucessivas gerações no hospedeiro alternativo *T. molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae). Desenvolvimento e progênie de *T. diatraeae* em função do peso de pupas de *D. saccharalis*. Comportamento e características biológicas de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis* de diferentes idades. Parasitismo de *T. diatraeae* com diferentes idades em pupa de *D. saccharalis*. Concluiu-se de maneira geral que *T. diatraeae* pode ser criado no hospedeiro alternativo *T. molitor* por três gerações, sem comprometer seu desempenho reprodutivo ao ser criado posteriormente no hospedeiro natural *D. saccharalis*. A progênie de *T. diatraeae* foi diretamente proporcional ao aumento do peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis*. O intervalo de peso de pupas de *D. saccharalis* entre 0,160g e 0,220g proporcionou a maior produção de descendentes de *T. diatraeae*. A longevidade de adultos de *T. diatraeae* reduziu para indivíduos emergidos de pupas com peso superior a 0,180 g. A idade do hospedeiro *D. saccharalis* não afeta o parasitismo de *T. diatraeae*, mas pupas com mais de 96 horas de idade podem prejudicar o desenvolvimento do parasitoide. Pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 72 horas de idade são mais adequadas para a criação do parasitoide *T. diatraeae* em laboratório. Fêmeas de *T. diatraeae* não discriminam para a oviposição, pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 120 horas com chance de escolha. Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 24 horas e 120 horas parasitam pupas de *D. saccharalis*. O desenvolvimento de imaturos em pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* com idades entre 96 e 120 horas pode ser prejudicado. Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas apresentaram maior sucesso reprodutivo em pupas de *D. saccharalis*. As informações obtidas com estes trabalhos podem contribuir para o aprimoramento da técnica de criação de *T. diatraeae*, visando a obtenção desse parasitoide para a realização de estudos científicos ou para o estabelecimento de criações massais, caso o mesmo venha a ser utilizado em programas de controle biológico.

Palavras-chave: controle biológico, broca da cana-de-açúcar, idade de parasitoides, idade de hospedeiros, comportamento de parasitoides, criação de insetos.

ABSTRACT

GLAESER, D. F. Universidade Federal da Grande Dourados, dezembro/2011. **Características biológicas e comportamentais de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** Adviser: Fabricio Fagundes Pereira. Co-adviser: Honório Roberto dos Santos.

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a pupal parasitoid that has potential for biological control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). The overall objective was to evaluate behavioral and biological characteristics of *T. diatraeae* reared in pupae of *D. saccharalis*. For this, the following works were developed out in Laboratório de Entomologia/Controle Biológico, at Faculdade de Ciências Agrárias, at Universidade Federal da Grande Dourados, in Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. Reproductive performance of *T. diatraeae* the natural host *D. saccharalis* after reared by successive generations in the alternative host *T. molitor*. (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae). Development and progeny of *T. diatraeae* a function of pupal weight of *D. saccharalis*. Behavior and biological characteristics of *T. diatraeae* in pupae of *D. saccharalis* of different ages. Parasitism of *T. diatraeae* with different ages at pupa of *D. saccharalis*. It was concluded that in general *T. diatraeae* can be reared in alternative host *T. molitor* for three generations, without compromising reproductive performance to be reared later in the natural host *D. saccharalis*. The progeny of *T. diatraeae* was directly proportional to the increase of the weight of pupae of the host *D. saccharalis*. The range of pupal weight of *D. saccharalis* between 0.160 g and 0.220 g with the highest increase of offspring of *T. diatraeae*. The adult longevity of *T. diatraeae* reduced for individuals emerged from pupae weighing more than 0.180 g. The age of the host *D. saccharalis* does not affect the parasitism of *T. diatraeae* but pupae with more than 96 hours old may hinder the development of the parasitoid. Pupae of *D. saccharalis* aged between 24 and 72 hours of age are most appropriate for setting up the parasitoid *T. diatraeae* laboratory. Females of *T. diatraeae* not discriminate for oviposition, pupae of *D. saccharalis* aged between 24 and 120 hours with possibility choice. Females aged between 24 and 120 hours parasitize pupae of *D. saccharalis*. The development of immature pupae *D. saccharalis* parasitized by *T. diatraeae* with 96 and 120 hours age may be impaired. Females of *T. diatraeae* aged between 48 and 72 hours had higher reproductive success in pupae of *D. saccharalis*. The information obtained from this work can contribute to the improvement of breeding technique of *T. diatraeae* order to obtain this parasitoid to conduct scientific studies or for the establishment of mass rearing, if it will be used in biological control programs.

Keywords: biological control, sugarcane borer, parasitoids age, host age, behavior of parasitoids, insect rearing.

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da cana-de-açúcar *Saccharum* spp. Cronquist, 1981 é utilizada como forrageira na alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2007) e como fonte de matéria prima para a fabricação do açúcar, álcool e aguardente (PEREIRA, 2008), possuindo importância econômica para alguns países das Américas, especialmente para o Brasil (SMEETS et al., 2008) que se destaca como um dos principais produtores mundiais do complexo sucroalcooleiro e o país com maior competitividade no custo de produção de açúcar e álcool (CARVALHO e OLIVEIRA, 2006; CRUZ et al., 2009; PORTELA et al., 2011).

A expansão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil ocorre principalmente na região centro-sul e justifica-se pela demanda de seus produtos, principalmente o álcool, e pela contribuição no mercado de créditos de carbono (CHAGAS et al., 2008; CAMARGO et al., 2008). No ano de 2010, a área cultivada com cana no país foi de 10.236.339 hectares (área colhida: 9.191.255 hectares) e a produção dessa cultura foi de 729.559.596 toneladas (IBGE, 2011).

Extensas áreas de monocultura com cana-de-açúcar favorecem o ataque de pragas, dentre elas, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), popularmente conhecida como broca-da-cana (PINTO et al., 2006). A fêmea adulta desse lepidóptero deposita seus ovos nas folhas da cana-de-açúcar. As larvas, após a eclosão se alimentam do parênquima foliar e após a primeira ecdise fazem um orifício no entrenó da planta, onde penetram no interior do colmo, formando galerias, que resultam em danos a esta cultura (GALLO et al., 2002).

Uma vez no interior do colmo torna-se difícil o controle químico de *D. saccharalis*, e por isso, o controle biológico com parasitoides tem sido a forma mais utilizada de combate a esse inseto.

1-Diatraea saccharalis e métodos de controle

A broca *D. saccharalis* ocorre em todos os estados brasileiros onde se cultiva cana-de-açúcar, sendo a mais importante praga desta cultura no Brasil (GALLO et al., 2002), devido a ampla distribuição geográfica, intensidade do ataque e dimensão dos prejuízos que causa (MACEDO e ARAÚJO, 2000; CAMPOS e MACEDO, 2004). Embora, *D. saccharalis* possua inúmeros hospedeiros, a cana-de-

açúcar é a cultura preferida (SOUZA, 2005). A capacidade de causar injúrias é variável e depende da variedade de cana, da época do ano, do ciclo da cultura, entre outros fatores (MACEDO e BOTELHO, 1988).

Diatraea saccharalis apresenta desenvolvimento holometábolo (ovo, larva, pupa e adulto). A fêmea realiza a postura preferencialmente na face abaxial das folhas da cana, o número de ovos varia de cinco a 50, e são colocados em massas. A eclosão ocorre entre quatro a nove dias, dependendo da temperatura, e as lagartas recém-eclodidas alimentam-se inicialmente do parênquima foliar, convergindo posteriormente para a bainha e, após a primeira ecdise, penetram no colmo pela parte mais tenra (GALLO et al. 2002). A fase larval pode variar de 50 a 90 dias, o estágio pupal de 10 a 11 dias e a longevidade de adultos de três a sete dias (BOTELHO, 1985). Geralmente ocorre quatro a cinco gerações anuais, dependendo das condições climáticas (MELO e PARRA, 1988).

Os danos provocados pela lagarta de *D. saccharalis* podem ser diretos ou indiretos. Os danos diretos decorrem da alimentação do inseto nos tecidos da planta, que ocasionam a formação de galerias no interior do colmo, reduzindo o fluxo de seiva e do peso, além de tornar a planta mais suscetível ao tombamento, causar falhas na germinação, morte da gema apical (sintoma do “coração morto”), encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e germinação de gemas laterais (GALLO et al., 2002). Os danos indiretos são aqueles decorrentes da penetração de microrganismos fitopatogênicos oportunistas no interior do colmo; os fungos *Fusarium moniliforme* e *Colletotricum falcatum* que promovem a inversão da sacarose, resultando em açúcares que não se cristalizam no processo industrial com menor rendimento de açúcar e contaminações do caldo na fermentação alcoólica com menor rendimento do álcool (BOTELHO e MACEDO, 2002; GALLO et al., 2002; PINTO et al., 2006).

O controle das lagartas de *D. saccharalis* no interior do colmo da cana-de-açúcar torna-se difícil, já que elas ficam protegidas, e por isto passou-se a dar maior ênfase a trabalhos que visem medidas alternativas ao controle químico, dentre elas, o controle biológico (BORTOLI et al., 2005). Além disso, a utilização de inimigos naturais no controle de pragas tem se mostrado uma alternativa promissora devido à eficiência e aos baixos custos (BARBOSA et al., 2008).

A utilização do controle biológico aplicado para a redução da população de insetos-praga, parte do princípio da observação da interação entre os diferentes organismos que compõem os sistemas naturais. Na natureza, observa-se a presença

de predadores, microorganismos entomopatogênicos e parasitoides que atuam como inimigos naturais da *D. saccharalis*. Dentre os predadores, destacam-se algumas formigas dos gêneros *Solenopsis*, *Dorymyrmex*, *Pheidole* e *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae); joaninhas *Colleomegilla maculata* DeGeer, 1775 e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) e tesourinhas do gênero *Doru* (Dermaptera: Forficulidae) (PINTO et al., 2006). Em relação aos microorganismos citam-se os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* (OLIVEIRA et al., 2008). E dentre os parasitoides destacam-se *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (BOTELHO et al., 1999).

O controle biológico aplicado de *D. saccharalis* com o parasitoide larval *C. flavipes* é o mais utilizado no Brasil (PINTO et al., 2006). Entretanto, liberações do parasitoide de ovos *T. galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) também são realizadas, pois pode reduzir a população da praga, antes que alguma dano seja causada à cultura (BOTELHO et al., 1995; PINTO et al., 2003; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2007). Em locais de baixa predação de ovos, a associação do parasitoide de ovos *T. galloi*, com o parasitoide larval *C. flavipes* tende a reduzir as perdas causadas por esta praga (BOTELHO et al., 1999). Desta forma, muitas usinas de açúcar e álcool possuem laboratórios de criação massal desses inimigos naturais para controlar a broca no campo (SOUZA, 2005).

A possibilidade de associar um parasitoide pupal com *T. galloi* e *C. flavipes* é uma opção que poderá contribuir para o controle biológico de *D. saccharalis*, sendo necessários estudos mais detalhados com parasitoides de pupa do lepidóptero, como exemplo, o parasitoide *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae).

Trichospilus diatraeae é um endoparasitoide pupal preferencialmente da ordem Lepidoptera, que tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas em diversas culturas, em países da África, Ásia e Américas (PARON e BERTI FILHO, 2000).

2-Aspectos taxonômicos, biológicos e registro de ocorrência de *Trichospilus diatraeae*

Trichospilus Ferrière, 1930 é um pequeno gênero da família Eulophidae e tribo Eulophine, com oito espécies descritas (UBAIDILLAH, 2006), dentre elas, a espécie *T. diatraeae*. Os primeiros exemplares obtidos para a descrição de *T. diatraeae* emergiram de pupas de *Diatraea venosata* Walker, 1863 (Lepidoptera: Crambidae) provenientes do sul da Índia (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942).

Adultos de *T. diatraeae* apresentam coloração castanha amarelada, e dimorfismo sexual acentuado. As fêmeas possuem a inserção das antenas na parte central da cabeça e os machos lateralmente. Além disso, a forma do abdome das fêmeas é arredondada e nos machos o abdome é mais estreito (Anexo A) (PARON, 1999). Em relação ao aparelho bucal, as fêmeas de *T. diatraeae* apresentam mandíbulas mais desenvolvidas que a dos machos. Desta forma, as fêmeas fazem o orifício para emergirem do hospedeiro (BOURNIER, 1975).

Trichospilus diatraeae é um parasitoide polífago, gregário, sendo principalmente primário (BOUCEK, 1976; PARON e BERTI FILHO, 2000). A reprodução deste parasitoide pode ser sexuada ou por partenogênese arrenótoca, quando não há cópula. A proporção de machos, na reprodução sexuada é baixa (BOURNIER, 1975).

Os ovos de *T. diatraeae* têm em média 0,2mm de comprimento, são hialinos e alongados nas extremidades. O período de incubação é de aproximadamente 24 horas. As larvas entre 24 e 48 horas têm em média 0,35mm de comprimento, apresentam cutícula transparente, e posteriormente se tornam esbranquiçadas, com segmentação do corpo bem definida. O estágio larval em *D. saccharalis* dura de sete a oito dias. A pré-pupa de coloração branca tem em média 2,3 mm de comprimento, com cabeça, tórax e abdome definidos. A pupa recém formada apresenta apêndices alares e olhos de coloração rosácea que posteriormente tornam-se vermelhos (Anexo B). A média de duração do período de pré-pupa e pupa é de nove a 10 dias, respectivamente (PARON, 1999).

No Brasil, a ocorrência deste parasitoide foi registrada pela primeira vez em pupas de Arctiidae coletadas em Piracicaba, São Paulo, no ano de 1996 (PARON e BERTI FILHO, 2000). Em 2001, no município de Planaltina, Distrito Federal foram encontradas pupas de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) parasitadas por *T. diatraeae* em graviola (OLIVEIRA et al., 2001). Em 2008, uma pupa de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) parasitada por *T. diatraeae* foi coletada em cultivo de eucalipto em Viçosa, Minas

Gerai (PEREIRA et al., 2008). Em 2010, *T. diatraeae* foi encontrado no município de Botucatu, São Paulo parasitando uma pupa de *Melanolophia consimilaria* (Walker, 1860) (Lepidoptera: Geometridae) (ZACHÉ et al., 2010a) e também pupa de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (ZACHÉ et al., 2010b). Em 2011, *T. diatraeae* foi encontrado na broca-das-cucurbitáceas, *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1758), em Alegre, Espírito Santos (Lepidoptera: Pyralidae) (MELO et al., 2011).

A capacidade reprodutiva de *T. diatraeae* foi estudada em pupas de *D. saccharalis*, *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), verificando-se parasitismo e emergência de parasitoides em todos os hospedeiros testados, mas *T. diatraeae* não teve preferência a nenhuma dessas espécies de hospedeiro (PARON e BERTI FILHO, 2000).

Trichospilus diatraeae pode ser criado em laboratório em pupas dos hospedeiros alternativos *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Bombyx mori* Linnaeus, 1758, (Lepidoptera: Bombycidae) (FÁVERO, 2009; CALADO, 2011) e no hospedeiro natural *D. saccharalis* (GRANCE, 2010). *T. diatraeae* se desenvolve entre as temperaturas de 16 a 28°C e umidade relativa de 45 a 85% em pupas de *D. saccharalis* (RODRIGUES, 2010). A densidade ideal para multiplicação de *T. diatraeae* em laboratório é de 14 a 21 fêmeas por pupa de *D. saccharalis*, e em campo é de pelo menos 50 parasitoides por pupa. O comportamento de busca de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* não é conhecido, mas há indícios de que a presença da lagarta de *D. saccharalis* pode contribuir para a localização do hospedeiro (GRANCE, 2010).

O desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de produção e liberação de *T. diatraeae* e trabalhos de associação com os parasitoides *T. galloi* e *C. flavipes*, visando o controle biológico de *D. saccharalis* são pesquisas necessárias. Contudo, algumas características biológicas e comportamentais de *T. diatraeae* precisam ser esclarecidas, justificando essa pesquisa. Tais características se referem a avaliação do desempenho reprodutivo de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*, após criado por sucessivas gerações no hospedeiro alternativo *T. molitor*. A avaliação do peso e idade de *D. saccharalis* e idade de fêmeas parasitoides sobre o parasitismo e desenvolvimento de *T. diatraeae*. Ao comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* na seleção de pupas de *D. saccharalis* de diferentes idades para a oviposição.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar características biológicas e comportamentais de *T. diatraeae* criado em pupa de *D. saccharalis*. Para isso, foram desenvolvidos os seguintes trabalhos:

1. Desempenho reprodutivo de *Trichospilus diatraeae* no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* após criado por sucessivas gerações no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor*;

2. Desenvolvimento e progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em função do peso de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae);

3. Comportamento e características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades;

4. Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes idades em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 49-54, 2008.
- BORTOLI, S. A. de; DÓRIA, H. O. S.; ALBERGARIA, N. M. M. S.; BOTTI, M. V. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 267-273, 2005.
- BOTELHO, P. S. M. **Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1985. 110f. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E. A.; HADDAD, M. L.; RESENDE, L. C. L. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1998) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola**, v. 52, p. 65-69, 1995.
- BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; CHAGAS NETO, J. F. das; OLIVEIRA, C. P. B. Associação do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (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*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002. p. 409-426.
- BOUCEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera, Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v. 65, p. 669-681, 1976.
- BOURNIER, J. P. Sur la reproduction parthénogénétique de *Trichospilus diatraeae* Cher. et Margab. (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v. 80, p. 116-118, 1975.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; PEREIRA-BARROS, J. L.; SANTOS, A. J. N. dos; CARVALHO, L. W. T. de; OLIVEIRA, C. J. T. de. Efeito do número de adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 53-58, 2007.

CALADO, V. R. F. **Biologia reprodutiva e criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae)**. 2011. 79f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

CAMARGO, A. M. M. P. de; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P. de; OLIVETTE, M. P. de A.; SACHS, R. C. C.; TORQUATO, S. A. Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, v. 38, p. 47-66, 2008.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar - ampliando campo de ataque. **Cultivar: Grandes Culturas**, v.6, p.23-26, 2004.

CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. de. **O setor sucroalcooleiro em perspectiva**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 22p. (Circular Técnica, 10).

CHAGAS, A. L. S.; TONETO-JÚNIOR, R.; AZZONI, C. R. Teremos que trocar energia por comida? análise do impacto da expansão da produção de cana-de-açúcar sobre o preço da terra e dos alimentos. **Revista Economia, Selecta**, v. 9, p. 39-61, 2008.

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.

CRUZ, S. J. S.; OLIVEIRA, S. S. C. de; CRUZ, S. C. S.; MACHADO, C. G.; PEREIRA, R. G. Efeito da adubação fosfatada sobre o acúmulo de biomassa e teor de brix de duas variedades de cana-de-açúcar. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 110-116, 2009.

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

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. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático de produção agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v. 24, p. 1-80. 2011.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 79-84, 2000.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Pyralidae). **Brasil Açucareiro**, v. 106, p. 2-11, 1988.

MELO, A. B. P.; PARRA, J. R. P. Exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de broca da cana-de-açúcar em quatro localidades canavieiras de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p. 691-695, 1988.

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

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

OLIVEIRA, M. W. de; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 30-43, 2007.

OLIVEIRA, M. A. P. de; MARQUES, E. J.; TEIXEIRA, V. W.; 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), endoparasitoide de Lepidoptera**. 1999. 53 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

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

PEREIRA, L. G. B. **Cana-de-açúcar: principais insetos praga**. Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. Belo Horizonte, 2008. 28p.

PINTO, A. de S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de; ARRIGONI, E. D. B. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 311-318, 2003.

PINTO, A. de S.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. **Controle Biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 65-74.

PORTELA, G. L. F.; PÁDUA, L. E. de M.; BRANCO, R. T. P. C.; BARBOSA, O. de A.; SILVA, P. R. R. Infestação de *Diatraea* spp. em diferentes variedades de cana-de-açúcar em União-PI. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 149-152, 2011.

RODRIGUES, M. A. T. **Exigências térmicas e hídricas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2010. 40 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados-MS.

SMEETS, E.; JUNGINGER, M.; FAAIJ, A.; WALTER, A.; DOLZAN, P.; TURKENBURG, W. The sustainability of brazilian ethanol – An assesment of the possibilities of certified production. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, p. 781-813, 2008.

SOUZA, J. C. de. **Ocorrência da broca da cana-de-açúcar em lavouras de milho sob pivô central no sul de Minas**. Empresa de pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ Centro Tecnológico do Sul de Minas, 2005. 3 p. (Circular Técnica, 183).

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.

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

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. da C.; SOLIMAN, E. P.; SAN ROMÁN, L. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un nuevo parasitoide de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). **IDESIA**, v. 28, p. 111-114, 2010 b.

CAPÍTULO 1

Desempenho reprodutivo de *Trichospilus diatraeae* no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* após criado por sucessivas gerações no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor*

**DESEMPENHO REPRODUTIVO DE *Trichospilus diatraeae* NO
HOSPEDEIRO NATURAL *Diatraea saccharalis* APÓS CRIADO POR
SUCESSIVAS GERAÇÕES NO HOSPEDEIRO ALTERNATIVO *Tenebrio
molitor***

RESUMO: A criação sucessiva de parasitoides em hospedeiros alternativos pode afetar sua qualidade biológica. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a criação de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) por três gerações no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) afeta seu desempenho reprodutivo, quando criado posteriormente em pupas do hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Dois grupos de *T. diatraeae* foram multiplicados, separadamente, por três gerações, um no hospedeiro alternativo *T. molitor* e outro no hospedeiro natural *D. saccharalis*. Na seqüência, 20 pupas de *D. saccharalis* foram expostas por 72 horas ao parasitismo de fêmeas de *T. diatraeae*, criado anteriormente em pupas de *T. molitor* ou de *D. saccharalis*. A criação sucessiva de *T. diatraeae* no hospedeiro alternativo não afetou o número de pupas parasitadas e de pupas com emergência de parasitoides no hospedeiro natural *D. saccharalis* e contribuiu para o aumento da longevidade de fêmeas e razão sexual de *T. diatraeae*. A progênie, o número de fêmeas produzidas por fêmeas, a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a largura da cápsula cefálica de machos e fêmeas e a longevidade de machos de *T. diatraeae* foram semelhantes entre os tratamentos. *T. diatraeae* pode ser criado no hospedeiro alternativo *T. molitor* por três gerações, sem comprometer seu desempenho reprodutivo ao ser criado posteriormente no hospedeiro natural *D. saccharalis*.

Palavras-chave: parasitoides, pupas, qualidade biológica.

ABSTRACT: The successive rearing of parasitoids in alternative hosts may affect its biological quality. The objective of this research was to evaluate whether the rearing of *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) for three generations in the alternative host *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) affects their reproductive performance when subsequently reared in the natural host pupae *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Two groups of *T. diatraeae* were multiplied separately by three generations, in an alternate host *T. molitor* and another in the natural host *D. saccharalis*. Subsequently, 20 pupae of *D. saccharalis* were exposed for 72 hours to parasitism of female *T. diatraeae*, reared earlier in pupae of *T. molitor* or *D. saccharalis*. The successive rearing of *T. diatraeae* in alternative host did not affect the number of pupae parasited and the number of pupae with emergency parasitoids of the natural host *D. saccharalis* and contributed to increase of longevity females and sex ratio of *T. diatraeae*. The progeny, number of females produced per female, duration of life cycle (egg to adult), width of head capsule males and females, and longevity of males of *T. diatraeae* were similar between treatments. *T. diatraeae* can be reared in alternative host *T. molitor* by three generations, without compromising their reproductive performance to be reared later in the natural host *D. saccharalis*.

Keywords: parasitoids, pupae, biological quality.

1. INTRODUÇÃO

Os parasitoides são componentes importantes da fauna neotropical por seu papel no controle da população de outros insetos (PERIOTO et al., 2002). Vários trabalhos têm sido realizados sobre o parasitismo e desenvolvimento (ciclo ovo-adulto) de himenópteros parasitoides em pupas de lepidópteros de importância agrícola ou florestal (BITTENCOURT e BERTI FILHO, 2004; PEREIRA et al. 2009; PEREIRA et al., 2010b). Entretanto, a dificuldade para criação contínua de alguns hospedeiros naturais de parasitoides e predadores em laboratório exige que esses inimigos naturais sejam criados em hospedeiros que normalmente não preferem no campo, mas que são suficientes para promover seu desenvolvimento; são os hospedeiros alternativos ou de substituição (MILWARD-DE-AZEVEDO et al., 2004; PARRA et al., 2002; ZANUNCIO et al., 2008, PEREIRA et al., 2009; PEREIRA et al., 2010a), os quais podem reduzir custos de produção e aumentar a eficiência em programas de criação massal (RAMALHO e DIAS, 2003; DIAS et al., 2008; PEREIRA et al., 2010c).

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide pupal, polífago que apresenta potencial para ser utilizado como alternativa de controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (PARON e BERTI FILHO, 2000; GRANCE, 2010), uma importante praga da cultura da cana-de-açúcar (PORTELA et al., 2011) devido à sua amplitude de distribuição, intensidade de ataque e grandes danos econômicos (CAMPOS e MACEDO, 2004).

Trichospilus diatraeae pode ser criado em laboratório em pupas do hospedeiro natural *D. saccharalis* e também em pupas do hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (FÁVERO, 2009). A utilização de *T. molitor* como hospedeiro alternativo para a multiplicação de *T. diatraeae*, justifica-se pela facilidade de criação em laboratório (FÁVERO, 2009) e pelo baixo custo de produção de pupas de *T. molitor* (OTUKA et al., 2006; PIRES, et al., 2009).

A adequabilidade de parasitoides polípagos a hospedeiros alternativos é variável (DIAS et al., 2010) e seus aspectos reprodutivos podem variar com o número de gerações em laboratório (PRATISSOLI et al., 2004, DIAS et al., 2008). Além disso, a manutenção das características biológicas, visando o controle de

qualidade é uma das etapas básicas de programas de criação de insetos em laboratório, para que os mesmos tenham características semelhantes às daquelas de indivíduos encontrados em seu ambiente natural (GONÇALVES et al., 2003), e por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a criação de *T. diatraeae* por três gerações no hospedeiro alternativo *T. molitor* afeta seu desempenho reprodutivo, quando criado posteriormente em pupa de *D. saccharalis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação do hospedeiro *D. saccharalis*: Pupas de *D. saccharalis* foram cedidas pela empresa Biosoluções (Dourados-MS) para o estabelecimento da criação em laboratório. Adultos desse lepidóptero (20 machos e 30 fêmeas) foram mantidos em gaiolas de PVC (10 x 22 cm) fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico. Essas gaiolas foram revestidas com folhas de papel sulfite umedecido, onde as fêmeas, após o acasalamento colocaram suas posturas. Após a eclosão, as lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968), a base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais (Anexo C) onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas em gaiolas de PVC até a formação de adultos (PARRA, 2007).

Criação do hospedeiro alternativo *T. molitor*: A criação do hospedeiro alternativo *T. molitor*, iniciou-se com larvas provenientes da criação 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 7,0 cm), alimentadas com farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e chuchu (ZAMPERLINE e ZANUNCIO, 1992) até se tornarem pupas, as quais são utilizadas para a realização de experimentos e ou se tornam adultos para garantir sua multiplicação em laboratório.

Criação do parasitoide *T. diatraeae*: A criação de *T. diatraeae* no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da UFGD iniciou-se em agosto de 2007 em pupas de *T. molitor*, cuja população inicial foi proveniente de pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) e que estava sendo criada anteriormente em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em Viçosa, Minas Gerais.

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) fechados com algodão e alimentados com uma gota de mel. Pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas para manutenção da criação. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, até a emergência de adultos (PARON e BERTI FILHO, 2000; FÁVERO; 2009).

Desenvolvimento experimental: O parasitoide *T. diatraeae* foi criado por uma geração em pupas de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) (hospedeiro neutro para eliminar um possível condicionamento pré-imaginal ao hospedeiro de criação). Para avaliar se a criação de *T. diatraeae* em pupas do coleóptero *T. molitor* por sucessivas gerações afetam seu desempenho reprodutivo sobre a pupa do lepidóptero-praga *D. saccharalis*, dois grupos de *T. diatraeae* foram multiplicados, separadamente, por três gerações, um no hospedeiro alternativo *T. molitor* e outro no hospedeiro natural *D. saccharalis*. Na seqüência, 20 pupas de *D. saccharalis* foram pesadas, sexadas e individualizadas em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm), onde permaneceram expostas por 72 horas ao parasitismo de sete fêmeas de *T. diatraeae* [número de indivíduos que conforme GRANCE (2010) garante condições de desenvolvimento de *T. diatraeae* satisfatórias] criadas anteriormente em pupas de *T. molitor* ou de *D. saccharalis*.

Após este período, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas permaneceram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos de *T. diatraeae*, seguindo a metodologia descrita por FÁVERO (2009).

As características biológicas avaliadas foram o número de pupas parasitadas (avaliação do número de pupas parasitadas por tratamento, descontando-

se a mortalidade natural do hospedeiro) (ABBOTT, 1925); o número de pupas com emergência da progênie; o número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie); a progênie de fêmeas produzidas por fêmeas parasitoides (progênie de fêmeas em função do número de fêmeas exposta em contato com a pupa visando o parasitismo), a duração do ciclo de vida (ovo-adulto); a longevidade média em dias (para avaliação dessa variável foram selecionados ao acaso 20 fêmeas e 10 machos de *T. diatraeae* de cada tratamento, sendo esses parasitoides no dia de sua emergência, individualizados em tubos de ensaio contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte); a largura da cápsula cefálica (para avaliação dessa característica foram escolhidos ao acaso em cada tratamento, 15 fêmeas e 15 machos de *T. diatraeae*, visando medir a largura da cápsula cefálica em ocular micrométrica) e a razão sexual (RS= número de fêmeas/ número de adultos) de *T. diatraeae*. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos representados por *T. diatraeae* após ser criado em cada hospedeiro (*T. molitor* ou *D. saccharalis*), com 20 repetições. Os valores do número de pupas parasitadas ou com 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). Essa análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, representados por 0 (pupas não parasitadas e pupas sem emergência) e 1 (pupas parasitadas e pupas com emergência). Os dados da duração do ciclo de vida, do número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie), do número de fêmeas produzidas por fêmeas, da razão sexual, da longevidade e da largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

3. RESULTADOS

A criação sucessiva de *T. diatraeae* no hospedeiro alternativo *T. molitor* e posterior criação no hospedeiro natural *D. saccharalis* não afetou o número de pupas

parasitadas (todas as pupas foram parasitadas) e o número de pupas com emergência de *T. diatraeae* ($\chi^2 = 33,019$; $P > 0,05$) (Figura 1).

A progênie, o número de fêmeas produzidas por fêmea, a duração do ciclo de vida, a longevidade de machos e a largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* que emergiram de pupas de *D. saccharalis* não foram influenciadas pela criação sucessiva desse parasitoide em pupas de *T. molitor* ou *D. saccharalis*, respectivamente ($P > 0,05$) (Quadro 1).

A longevidade de fêmeas ($F = 13,302$; $P = 0,0008$) e a razão sexual de *T. diatraeae* ($F = 4,500$; $P = 0,0417$) foi maior em pupas de *D. saccharalis* que tinham sido parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* provenientes de pupas de *T. molitor* (Quadro 1).

4. DISCUSSÃO

As taxas de parasitismo e de emergência, a progênie, o ciclo de vida, a longevidade de machos e a largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* que emergiram de pupas do hospedeiro natural *D. saccharalis* não foram influenciadas pela criação sucessiva desse parasitoide, durante três gerações em pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, devido ao fato de não comprometer a qualidade biológica desse parasitoide. Ressalta-se que a qualidade biológica de um parasitoide é determinada por um conjunto de características biológicas (ROITBERG et al., 2001; PREZOTTI et al., 2002), dentre as quais citam-se as avaliadas nesse trabalho.

Resultados semelhantes foram observados em um trabalho realizado com *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae), em que os aspectos biológicos desse parasitoide (parasitismo, emergência, progênie por pupa, tamanho do corpo e largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos, longevidade do macho) em pupas do hospedeiro natural *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) não foram comprometidos, após o mesmo ter sido criado por seis gerações em pupas dos hospedeiros alternativos *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) ou *Bombyx mori* Linnaeus, 1758, (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA et al., 2010b).

A criação sucessiva de *T. diatraeae* por três gerações em pupas de *T. molitor* e posterior criação no hospedeiro natural *D. saccharalis* contribuiu para o

aumento do número de fêmeas produzidas por fêmea, da longevidade de fêmeas e da razão sexual desse parasitoide. A importância do uso de hospedeiros alternativos para as melhorias das criações de parasitoides em laboratório, também foi constatada em estudos com espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), nos quais, o uso de hospedeiros alternativos para a criação de *Trichogramma* spp., além de reduzir custos têm aumentado a eficiência desses parasitoides durante o processo de produção massal (DIAS et al., 2008).

A criação sucessiva de parasitoides por várias gerações em um único hospedeiro (alternativo ou natural) pode afetar negativamente a sua qualidade biológica, sendo importante alternar as criações em pelo menos dois hospedeiros para minimizar o efeito da possível diminuição da variabilidade genética (BARTLETT, 1985; BUENO, 2009). Portanto, recomenda-se que se tenha pelo menos dois hospedeiros para a multiplicação de *T. diatraeae* em laboratório. Além disso, introduzir esporadicamente nas criações em laboratório, *T. diatraeae* coletados no campo, que são dotados de maior variabilidade genética podem contribuir para a manutenção da qualidade biológica desse parasitoide.

A criação contínua de inimigos naturais em laboratório pode favorecer uma maior produção de indivíduos homozigóticos, em relação às populações no campo e, conseqüentemente, esses indivíduos podem apresentar características indesejáveis. Entretanto, a obtenção de grandes populações desses insetos pode contribuir para manutenção da variabilidade genética e para o controle de qualidade das criações (BARTLETT, 1985; GONÇALVES et al., 2003).

O desempenho reprodutivo e as características biológicas de *T. diatraeae* não foram afetados negativamente pela criação sucessiva durante três gerações no hospedeiro alternativo *T. molitor* e posterior criação no hospedeiro natural *D. saccharalis*. Tal fato é relevante para a multiplicação e manutenção de *T. diatraeae* em laboratório, pois a criação de *T. molitor* é de baixo custo e na ausência temporária de pupas de *D. saccharalis*, *T. diatraeae* pode ser multiplicado por certo tempo no hospedeiro alternativo *T. molitor*.

5. CONCLUSÃO

Trichospilus diatraeae pode ser criado no hospedeiro alternativo *T. molitor* por três gerações, sem comprometer seu desempenho reprodutivo ao ser

criado posteriormente no hospedeiro natural *D. saccharalis*.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos cedidos a execução deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

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

BARTLETT, A. C. Guidelines for genetic diversity in laboratory colony establishment and maintenance. In: SINGH, P.; MOORE, R.F. (Ed.). **Handbook of insect rearing**. Amsterdam: Elsevier: 1985, v. 1, p. 7-17.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, p. 65-68, 2004.

BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. 435p.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar - ampliando campo de ataque. **Cultivar: Grandes Culturas**, v. 6, p. 23-26, 2004.

DIAS, N. da S.; PARRA, J. R. P.; LIMA, T. C. da C. Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de tricogramatídeos neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1467-1473, 2008.

DIAS, N. da S.; PARRA, J. R. P.; DIAS, C. T. dos S. Tabela de vida de fertilidade de três espécies neotropicais de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 120-124, 2010.

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

GONÇALVES, J. R.; HOLTZ, A. M.; PRATISSOLI, D.; GUEDES, R. N. C. Avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera:

Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, p. 485-489, 2003.

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

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal Economy Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

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

MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V.; SERAFIN, I.; PIRANDA, E. M.; GULIAS GOMES, C. C. Desempenho reprodutivo de *Nasonia vitripennis* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas crioconservadas de *Chrysomia megacephala* Fabricius (Diptera: Calliphoridae): Avaliação preliminar. **Ciência Rural**, v. 34, p. 207-211, 2004.

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.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

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

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de Lepidoptera.** 1999. 57 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

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.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; OLIVEIRA, H. N. de; FÁVERO, K.; GRANCE, E. L. V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p.660-664, 2009.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera:

Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 715-720, 2010 a.

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

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

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C. dos; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, p. 165-168, 2002.

PIRES, E. M.; AZEVEDO, D. O. de; LIMA, E. R.; PELÚZIO, R. J. E.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Desenvolvimento, reprodução e performance predatória do percevejo zoofitófago *Podisus distinctus* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) imobilizadas ou soltas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, p. 280-284, 2009.

PORTELA, G. L. F.; PÁDUA, L. E. de M.; BRANCO, R. T. P. C.; BARBOSA, O. de A.; SILVA, P. R. R. Infestação de *Diatraea* spp. em diferentes variedade de cana-de-açúcar em União – PI. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 149-152, 2011.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. de S.; GUIMARÃES, E. M.; ESPINDULA, M. C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 193-196, 2004.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOVSKI, R.; DIAS, C. T. dos S.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. C. M. Flight test as evaluation criterion for the quality of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptation of the methodology. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 411-417, 2002.

RAMALHO, F. S.; DIAS, J. M. Efeitos de Hospedeiros Alternativos na Biologia de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), Parasitoide de *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 305-310, 2003.

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

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.

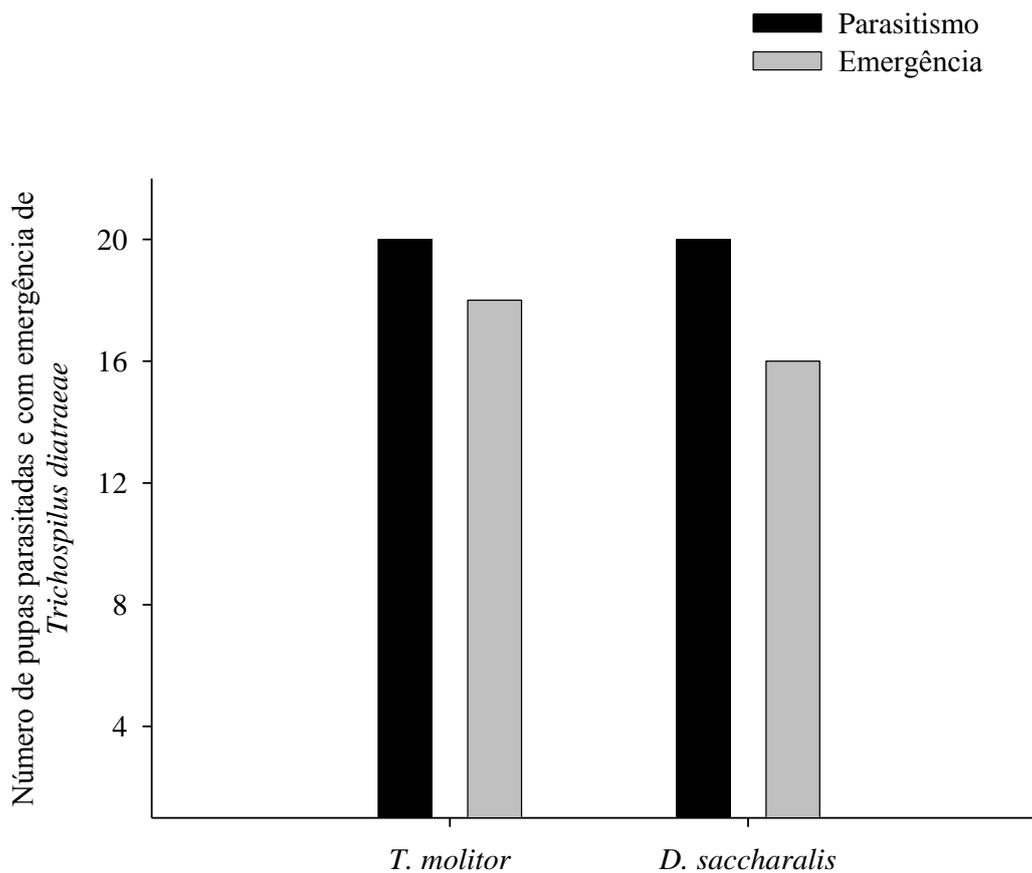


Figura 1. Número de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) parasitadas e com emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae), após criado por três gerações em pupas de *Tenebrio molitor* ou *D. saccharalis*. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Emergência, $\chi^2 = 33,019$; $P > 0,05$).

QUADRO 1. Características biológicas (média \pm erro padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) após ter sido criado por três gerações em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) ou *D. saccharalis*, em laboratório a $25 \pm 2^\circ$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Características biológicas	<i>Trichospilus diatraeae</i> resultante de fêmeas criadas em pupas de <i>Tenebrio molitor</i> (média \pm EP)	n	<i>Trichospilus diatraeae</i> resultante de fêmeas criadas em pupas de <i>Diatraea saccharalis</i> (média \pm EP)	n
Duração do ciclo de vida (dias)	17,40 \pm 0,76 a	18	16,33 \pm 0,69 a	16
Progenie/pupa	401,20 \pm 58,12 a	18	380,44 \pm 38,04 a	16
Fêmeas produzidas/fêmea	50,96 \pm 7,01 a	18	44,64 \pm 4,57 a	16
Cápsula cefálica do macho (mm)	0,36 \pm 0,01 a	15	0,37 \pm 0,01 a	15
Cápsula cefálica da fêmea (mm)	0,43 \pm 0,01 a	15	0,43 \pm 0,01 a	15
Longevidade da fêmea (dias)	18,65 \pm 0,52 a	20	15,35 \pm 0,74 b	20
Longevidade do macho (dias)	17,40 \pm 0,31 a	10	15,50 \pm 1,26 a	10
Razão sexual	0,89 \pm 0,02 a	18	0,83 \pm 0,02 b	16

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

CAPÍTULO 2

**Desenvolvimento e progênie de *Trichospilus diatraeae*
(Hymenoptera: Eulophidae) em função do peso de pupas de *Diatraea
saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**

**DESENVOLVIMENTO E PROGÊNIE DE *Trichospilus diatraeae*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM FUNÇÃO DO PESO DE PUPAS DE
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

RESUMO: O tamanho e o peso do hospedeiro têm uma relação direta com a progênie de parasitoides. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do peso de pupas do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) sobre o desenvolvimento e progênie do parasitoide *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae). Pupas de *D. saccharalis* com peso entre 0,100-0,120 g, 0,121-0,140 g, 0,141-0,160 g, 0,161-0,180 g, 0,181-0,200 g e 0,201-0,220 g foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* com 24 horas de idade. O peso de pupas de *D. saccharalis* nos diferentes intervalos avaliados não afetou o número de pupas parasitadas e de pupas com emergência de *T. diatraeae*, a duração do ciclo de vida e a razão sexual do parasitoide. A progênie de *T. diatraeae* variou de $242 \pm 51,76$ (0,120-0,140 g) a $543,33 \pm 30,64$ indivíduos (0,200-0,220 g). A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foi menor em pupas com peso entre os intervalos de 0,180-0,200 g e 0,200-0,220 g. A largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foi maior em pupas com peso de 0,100-0,120 g, com média de $0,48 \pm 0,01$ mm e $0,47 \pm 0,01$ mm, respectivamente. A progênie de *T. diatraeae* foi diretamente proporcional ao aumento do peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis*. O intervalo de peso de pupas de *D. saccharalis* entre 0,160 g e 0,220 g proporcionou a maior produção de descendentes de *T. diatraeae*. A longevidade de adultos de *T. diatraeae* reduziu para indivíduos emergidos de pupas com peso superior a 0,180 g.

Palavras-chave: broca-da-cana, parasitoides, tamanho do hospedeiro.

ABSTRACT: The size and weight of the host have a direct relationship with the progeny of endoparasitoids. The aim of this work was to evaluate the effect of pupal weight of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) on the development and progeny of parasitoid *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae). Pupae of *D. saccharalis* at 0.100-0.120 g, 0.121- 0.140 g, 0.141- 0.160 g, 0.161-0.180 g, 0.181- 0.200 g and 0.201-0.220g were exposed to parasitism by seven females of *T. diatraeae* with 24 hours of age. Pupal weight of *D. saccharalis* at different intervals did not affect the number of parasitized pupae and emergency of *T. diatraeae*, duration of life cycle and sex ratio of parasitoid. The progeny of *T. diatraeae* ranged from 242 ± 51.76 (0.120 to 0.140 g) 543.33 ± 30.64 individuals (0.200 to 0.220 g). The longevity of females and males of *T. diatraeae* pupae were smaller, weighing between 0.180 to 0.200 g ranges from 0.200 to 0.220 g. The head capsule width of females and males of *T. diatraeae* was higher in pupae weighing 0.100 to 0.120 g with a mean of 0.48 ± 0.01 mm and 0.47 ± 0.01 mm, respectively. The progeny of *T. diatraeae* was directly proportional to the increase of the weight of pupae of the host *D. saccharalis*. The range of pupal weight of *D. saccharalis* between 0.160 g and 0.220 g with the highest increase of offspring of *T. diatraeae*. The adult longevity of *T. diatraeae* reduced for individuals emerged from pupae weighing more than 0.180 g.

Keywords: sugarcane borer, parasitoids, host size.

1. INTRODUÇÃO

A progênie de parasitoides produzida em hospedeiros naturais ou alternativos é um dos requisitos fundamentais para a multiplicação desses inimigos naturais em laboratório. Contudo, o desenvolvimento de parasitoides gregários depende de uma série de fatores que podem afetar a aptidão da prole resultante (BELL et al., 2005; PEREIRA et al., 2010).

Dentre esses fatores, citam-se o tamanho (CARDOSO e MILWARD-DE-AZEVEDO, 1996; HARVEY e GOLS 1998; BARBOSA et al., 2008) e o peso do hospedeiro (PEREIRA et al., 2010), pois o número de ovos ovipositados pelas fêmeas parasitoides tende a aumentar por unidade de recurso disponível (CHARNOV e SKINNER, 1984) e conseqüentemente, a produção de descendentes é uma característica biológica importante em sistemas de criações massais de parasitoides.

Vários trabalhos têm demonstrado que o tamanho da progênie de parasitoides gregários é freqüentemente relacionado com o tamanho do hospedeiro (TAKAGI, 1986; HARDY et al., 1992; ZAVIEZO e MILLS, 2000, ARUNA e MANJUNATH, 2010; PEREIRA et al., 2010). Uma maior proporção de fêmeas pode ser produzida em hospedeiros maiores, devido à maior exigência nutricional da progênie de fêmeas (CHARNOV et al., 1981; LI e SUN, 2011). Desta forma, quanto maior o tamanho do hospedeiro, maior a progênie, o que é interessante para criação de inimigos naturais em grandes quantidades visando à liberação desses parasitoides em agroecossistemas para o controle biológico de insetos-praga.

A sobrevivência da progênie (prole) de parasitoides pode ser dependente da densidade (LE MASURIER, 1991; VET et al., 1994) e da qualidade nutricional do hospedeiro (HARVEY e GOLS, 1998). Tais características podem estar relacionadas ao tamanho do hospedeiro e por isso, muitas fêmeas parasitoides selecionam para a oviposição hospedeiros maiores (LI e SUN, 2011). Contudo, somente o tamanho do hospedeiro, não explica a qualidade nutricional de um hospedeiro e não prediz o ganho de aptidão da progênie do parasitoide, pois a relação parasitoide hospedeiro é complexa (HÄCKERMANN et al., 2007).

A aptidão da progênie se refere a características biológicas desses parasitoides, tais como a capacidade de fecundidade e sobrevivência dos mesmos (GODFRAY, 1994; LI e SUN, 2011).

As características biológicas do endoparasitoide *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos de pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) têm sido estudadas em decorrência da influência de alguns fatores bióticos, como por exemplo, a densidade de fêmeas parasitoides durante a oviposição (GRANCE, 2010) e também do efeito de alguns fatores abióticos, tais como, temperatura e umidade relativa do ar (RODRIGUES, 2010). Contudo, dentre os fatores bióticos, o peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis* também pode afetar a progênie de *T. diatraeae*, e por isso, a escolha adequada dessas pupas são importantes para a multiplicação desse parasitoide.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis* sobre o desenvolvimento e progênie de *T. diatraeae* em laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação do hospedeiro *D. saccharalis*: Pupas de *D. saccharalis* foram cedidas pela empresa Biosoluções (Dourados-MS) para o estabelecimento da criação em laboratório. Adultos desse lepidóptero (20 machos e 30 fêmeas) foram mantidos em gaiolas de PVC (10 x 22 cm) fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico. Essas gaiolas foram revestidas com folhas de papel sulfite umedecido, onde as fêmeas, após o acasalamento colocaram suas posturas. Após a eclosão, as lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968), a base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais (Anexo C) onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas em gaiolas de PVC até a formação de adultos (PARRA, 2007).

Criação do parasitoide *T. diatraeae*: A criação de *T. diatraeae* no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da UFGD iniciou-se em agosto de

2007 em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), com adultos provenientes de pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). Estes parasitoides anteriormente estavam sendo criados em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em Viçosa, Minas Gerais.

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) fechados com algodão e alimentados com uma gota de mel. Pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas para manutenção da criação. Após esse período as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, até a emergência de adultos (PARON e BERTI FILHO, 2000; FÁVERO, 2009).

Desenvolvimento experimental: Pupas de *D. saccharalis* com 24 horas de idade e intervalos de peso entre 0,100-0,120 g, 0,121-0,140 g, 0,141-0,160 g, 0,161-0,180 g, 0,181-0,200 g e 0,201-0,220 g foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* [número de indivíduos que conforme GRANCE (2010) garante condições de desenvolvimento de *T. diatraeae* satisfatórias] com 24 horas de idade. Cada relação (hospedeiro-parasitoides) foi acondicionada em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) contendo uma gota de mel, e fechado com algodão. Pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Após este período, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas permaneceram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos de *T. diatraeae*.

As características biológicas avaliadas foram o número de pupas parasitadas (avaliação do número de pupas parasitadas por tratamento, descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro) (ABBOTT, 1925); o número de pupas com emergência de parasitoides; o número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie); a duração do ciclo de vida (ovo-adulto); a longevidade média em dias (para avaliação dessa variável foram selecionados ao acaso 20 fêmeas e 10 machos de *T. diatraeae* de cada tratamento, sendo esses parasitoides no dia de sua emergência, individualizados em tubos de ensaio contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte); a largura da cápsula cefálica (para avaliação dessa

característica foram escolhidos ao acaso em cada tratamento, 15 fêmeas e 15 machos de *T. diatraeae*, visando medir a largura da cápsula cefálica em ocular micrométrica) e a razão sexual (RS= número de fêmeas/ número de adultos) de *T. diatraeae*. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (peso das pupas de *D. saccharalis*) e 12 repetições. Os valores do número de pupas parasitadas e de pupas com 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). Essa análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, representados por 0 (pupas não parasitadas e pupas sem emergência) e 1 (pupas com parasitismo e pupas com emergência). Os dados da duração do ciclo de vida, do número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie), da razão sexual, da longevidade e da largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade foi realizada a análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida a partir dos modelos linear e quadrático, com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e de regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade).

3. RESULTADOS

O número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* e de pupas com emergência foi semelhante estatisticamente para todos os pesos avaliados ($P > 0,05$) (Figura 1), embora, uma menor quantidade de pupas com emergência de parasitoides tenha sido constatada para aquelas com peso superior a 0,200 g.

A progênie de *T. diatraeae* em pupas com diferentes pesos variou de $242 \pm 51,76$ (0,120-0,140 g) a $543,33 \pm 30,64$ indivíduos (0,200-0,220 g) ($F = 24,3269$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,9338$) (Figura 2).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) e a razão sexual de *T. diatraeae* foram semelhantes em pupas de *D. saccharalis* com diferentes pesos ($P > 0,05$), com uma média geral entre os tratamentos de $18,74 \pm 0,32$ dias e $0,93 \pm 0,01$, respectivamente.

A longevidade de fêmeas de *T. diatraeae* foi menor em pupas com peso entre os intervalos de 0,180-0,200 g ($7,30 \pm 0,84$ dias) e 0,200-0,220 g ($11,90 \pm 0,78$ dias) ($F= 43,0680$; $P= 0,0001$, $R^2_{\text{Treat}} = 0,5241$) (Figura 3). O mesmo foi observado para a longevidade de machos, que para esses intervalos foi de $7,20 \pm 0,96$ e $7,00 \pm 0,83$ dias, respectivamente ($F= 22,5641$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Treat}} = 0,6470$) (Figura 4).

A largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foi maior em pupas com peso de 0,100-0,120 g, com média de $0,48 \pm 0,01$ mm ($R^2_{\text{Treat}} = 0,9401$; $F= 23,7514$; $P= 0,0001$) (Figura 5) e $0,47 \pm 0,01$ mm ($F= 32,9804$; $P= 0,0001$, $R^2_{\text{Treat}} = 0,7236$) (Figura 6), respectivamente.

4. DISCUSSÃO

O desenvolvimento de parasitoides imaturos pode estar associado ao tamanho do hospedeiro (CARDOSO e MILWARD-DE-AZEVEDO, 1996, HARVEY e GOLS 1998; BARBOSA et al., 2008) já que esta característica pode interferir no tamanho da progênie gerada pelas fêmeas parasitoides.

Trichospilus diatraeae parasita e se desenvolve em pupas de *D. saccharalis* com peso entre os intervalos de 0,100 e 0,220 g. O acréscimo da progênie desse parasitoide foi diretamente proporcional ao aumento do peso do hospedeiro. Desta forma, o aumento da progênie em pupas de maior peso, provavelmente está relacionado ao maior número de ovos depositados pelas fêmeas parasitoides. Esse número tende a aumentar por unidade de recurso disponível no hospedeiro (CHARNOV e SKINNER, 1984).

O aumento da progênie em decorrência do tamanho e peso do hospedeiro também tem sido relatado em outros trabalhos. A progênie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) foi maior em pupas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758, (Lepidoptera: Bombycidae), um hospedeiro de maior tamanho e peso médio, quando comparado a pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) (PEREIRA et al., 2010). A maior progênie de *Nesolynx thymus* (Girault, 1916) (Hymenoptera: Eulophidae) produzida por fêmea foi observada em pupas maiores de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) (ARUNA e MANJUNATH, 2010). Isso está relacionado ao comportamento de espécies gregárias, que ajustam o número de ovos de acordo com o tamanho do hospedeiro (VAN ALPHEN e VISSER, 1990).

A duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* que emergiram de pupas de *D. saccharalis* não foi afetada pelo peso do hospedeiro, provavelmente devido ao aumento da progênie. E por isso, contraria a afirmação de que hospedeiros maiores podem levar mais tempo para serem consumidos pelas larvas de parasitoides (SEQUEIRA e MACKAUER 1993, HARVEY et al., 1998).

A razão sexual de *T. diatraeae*, que emergiram de pupas de *D. saccharalis* com diferentes pesos foi semelhante e considerando a teoria de alocação sexual é possível afirmar que, o tamanho do hospedeiro não afetou a qualidade nutricional dessas pupas. Essa teoria prediz que um maior número de ovos fertilizados (gerando descendentes fêmeas) são depositados sobre os hospedeiros de qualidade superior, e que um maior número de ovos não fertilizados (gerando descendentes machos) são colocados em hospedeiros de qualidade inferior (GODFRAY, 1994). Desta forma, a qualidade do hospedeiro é importante para o desenvolvimento de parasitoides gregários e geralmente reflete sobre a razão sexual da progênie (BERTSCHY et al., 2000; HARVEY, 2000).

Há relatos de que para alguns parasitoides, uma maior proporção de fêmeas pode ser produzida em hospedeiros maiores, devido à maior exigência nutricional da progênie de fêmeas (CHARNOV et al., 1981; LI e SUN, 2011), como é o caso observado para o parasitoide *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae), cuja taxa de reprodução pode ser potencializada com a utilização de pupários de maior porte (BARBOSA et al., 2008). Variação da razão sexual em função do tamanho e espécie do hospedeiro, também foi constatada para o parasitoide *Muscidifurax raptorellus* Kogan & Legner, 1970 (Hymenoptera: Pteromalidae), em que proles oriundas de pupas pequenas de *M. domestica* originaram um número maior de fêmeas, enquanto as pupas pequenas de *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Calliphoridae) apresentaram uma maior quantidade de machos (HARVEY e GOLS, 1998).

Altas taxas de razão sexual são frequentemente constatadas para o parasitoide *T. diatraeae* e com isso facilita a multiplicação desse parasitoide em laboratório. Tal característica também é importante para a seleção de indivíduos visando à liberação no campo, já que as fêmeas são responsáveis pela geração subsequente (AMALIN et al., 2005; PEREIRA et al., 2009).

A longevidade de *T. diatraeae* foi menor em pupas do hospedeiro *D. saccharalis* com peso superior a 0,180 g. É provável que a competição por recursos

no interior de pupas maiores seja mais intensa e pode ocasionar um stress nessas indivíduos que refletem no período de pós-emergência. Além disso, há uma relação com o tamanho desses parasitoides, que foi menor para essas pupas. A maior longevidade de fêmeas em parasitoides implica em indivíduos com tempo maior para procurar e parasitar ovos dos seus hospedeiros em campo, o que contribui para o aumento da sua população e da eficácia no controle de surtos posteriores de pragas (PRATISSOLI et al., 2007).

O tamanho do hospedeiro afetou a largura de cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae*, que foi maior para aqueles parasitoides que emergiram de pupas com menor peso, pertencentes ao intervalo 0,100-0,120 g. Esses dados contrariam a afirmação de que hospedeiros maiores apresentam maior qualidade devido à abundância de recursos a serem explorados pelos parasitoides, originando parasitoides maiores, com maior potencial reprodutivo (SIDNEY et al., 2010). Provavelmente, em pupas com menor número de imaturos, a competição por nutrientes é menor e com isso esses parasitoides podem se desenvolver melhor.

As fêmeas são maiores que os machos em muitas espécies de parasitoides e, portanto, exigem mais tempo de desenvolvimento pré-imaginal (BERTSCHY et al., 2000). O mesmo é constatado para a espécie *T. diatraeae* (PARON, 1999). Geralmente fêmeas maiores têm maior potencial reprodutivo do que fêmeas menores (HOHMANN e LUCK, 2004) e machos maiores, maior longevidade e conseqüentemente, maior sucesso no acasalamento (SAGARRA et al., 2001; GRANCE, 2010).

O peso do hospedeiro *D. saccharalis* não afetou o número de pupas parasitadas e com emergência de *T. diatraeae*, mas a utilização de pupas com intervalo de peso entre 0,160g e 0,220 g pode contribuir para a maior produção de descendentes desse parasitoide em laboratório. Entretanto, a longevidade de parasitoides adultos emergidos de pupas maiores (superior a 0,180 g) pode ser afetada, embora esta redução não prejudique as criações de *T. diatraeae*.

Os resultados obtidos são importantes para a seleção de pupas de *D. saccharalis* com tamanhos adequados, uma característica importante para o controle de qualidade das criações de *T. diatraeae*, visando o desenvolvimento de pesquisas e a multiplicação em grandes quantidades, caso este parasitoide venha a ser comercializado.

5. CONCLUSÕES

A progênie de *T. diatraeae* foi diretamente proporcional ao aumento do peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis*.

O intervalo de peso de pupas de *D. saccharalis* entre 0,160 g e 0,220 g proporcionou a maior produção de descendentes de *T. diatraeae*.

A longevidade de adultos de *T. diatraeae* reduziu para indivíduos emergidos de pupas com peso superior a 0,180 g.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos cedidos a execução deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

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

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

ARUNA, A. S.; MANJUNATH, D. Reproductive performance of *Nesolynx thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) as influenced by host (*Musca domestica*) size. **BioControl**, v. 55, p. 245-252, 2010.

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

BELL, H. A.; MARRIS, G. C.; PRICKETT, A. J.; EDWARDS, J. P. Influence of host size on the clutch size and developmental success of the gregarious ectoparasitoid *Eulophus pennicornis* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae) attacking larvae of the tomato moth *Lacanobia oleracea* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae). **The Journal of Experimental Biology**, v. 208, p. 3199-3209, 2005.

BERTSCHY, C.; TURLINGS, T. C. J.; BELLOTTI, A.; DORN, S. Host stage

preference and sex allocation in *Aenasius vexans*, an encyrtid parasitoid of the cassava mealy bug. **Entomologia Experimentalis e Applicata**, v. 95, p. 283-291, 2000.

CARDOSO, D.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. Aspectos da biologia de *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) e *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 40, p. 43-146, 1996.

CHARNOV, E. L.; SKINNER, S. W. Evolution of host selection and clutch size in parasitoid wasps. **Florida Entomologist**, v. 67, p. 5-21, 1984.

CHARNOV, E. L.; LOS-DEN HARTOGH, R. L.; JONES, W. T., VAN DEN ASSEM, J. Sex ratio evolution in a variable environment. **Nature**, v. 289, p. 27-33, 1981.

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

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**, Princeton: University Press, 1994. 473 p.

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

HÄCKERMANN, J.; ROTT, A. S.; DORN, S. How two different host species influence the performance of a gregarious parasitoid: host size is not equal to host quality. **Journal of Animal Ecology**, v. 76, p. 376-383, 2007.

HARDY, I. C. W.; GRIFFITH, N. T.; GODFRAY, H. C. J. Clutch size in a parasitoid wasp – a manipulation experiment. **Journal Animal of Ecology**, v. 61, p. 121-129, 1992.

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

HARVEY J. A.; VET, L. E. M.; JIANG N.; GOLS, R. Nutritional ecology of the interaction between larvae of the gregarious ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae), and their pupal host, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Physiological Entomology**, v. 23, p. 113-120, 1998.

HARVEY, J. A. Dynamic effects of parasitism by an endoparasitoid wasp on the two host species: implications for host quality and parasitoid fitness. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 267-278, 2000.

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal Economy Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

HOHMANN, C. L.; LUCK, R. F. Effect of host availability and egg load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and its consequences on progeny quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 413-422, 2004.

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

LE MASURIER, A. D. Effect of host size on clutch size in *Cotesia glomerata*. **Journal Animal of Ecology**, v. 60, p. 107-108, 1991.

LI, L.; SUN, J. Host suitability of a gregarious parasitoid on beetle hosts: flexibility between fitness of adult and offspring. **PLoS ONE**, v.6, p.1-6, 2011.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 6ª ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2007. 134 p.

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de Lepidoptera**. 1999. 57 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

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.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; OLIVEIRA, H. N. de; FÁVERO, K.; GRANCE, E. L. V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 2009.

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

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; PEREIRA, C. L. T.; FURTADO, I. S. A.; COCHETO, J. G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 286-290, 2007.

RODRIGUES, M. A. T. **Exigências térmicas e hídricas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2010. 40 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados-MS.

SAGARRA, L. A.; VICENT, C.; STEWART, R. K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, p. 363-367, 2001.

SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. Seasonal variation in body size and offspring sex ratio in field populations of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Oikos**, v. 68, p. 340-346, 1993.

SIDNEY, L. A.; BUENO, V. H. P.; LINS JR, J. C.; SILVA, D. B.; SAMPAIO, M. V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 709-713, 2010.

TAKAGI, M. The reproductive strategy of the gregarious parasitoid, *Pteromalus puparum* (Hymenoptera: Pteromalidae) 2. Host size discrimination and regulation of the number and sex ratio of progeny in a single host. **Oecologia**, v. 70, p. 321-325, 1986.

VAN ALPHEN, J. J. M.; VISSER, M. E. Superparasitism as an adaptative strategy for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 59-79, 1990.

VET, L. E. M.; DATEMA, A.; JANSSEN, A.; SNELLEN, H. Clutch size in a larval-pupal endoparasitoid: consequences for fitness. **Journal Animal of Ecology**, v.63, p. 807-815, 1994.

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

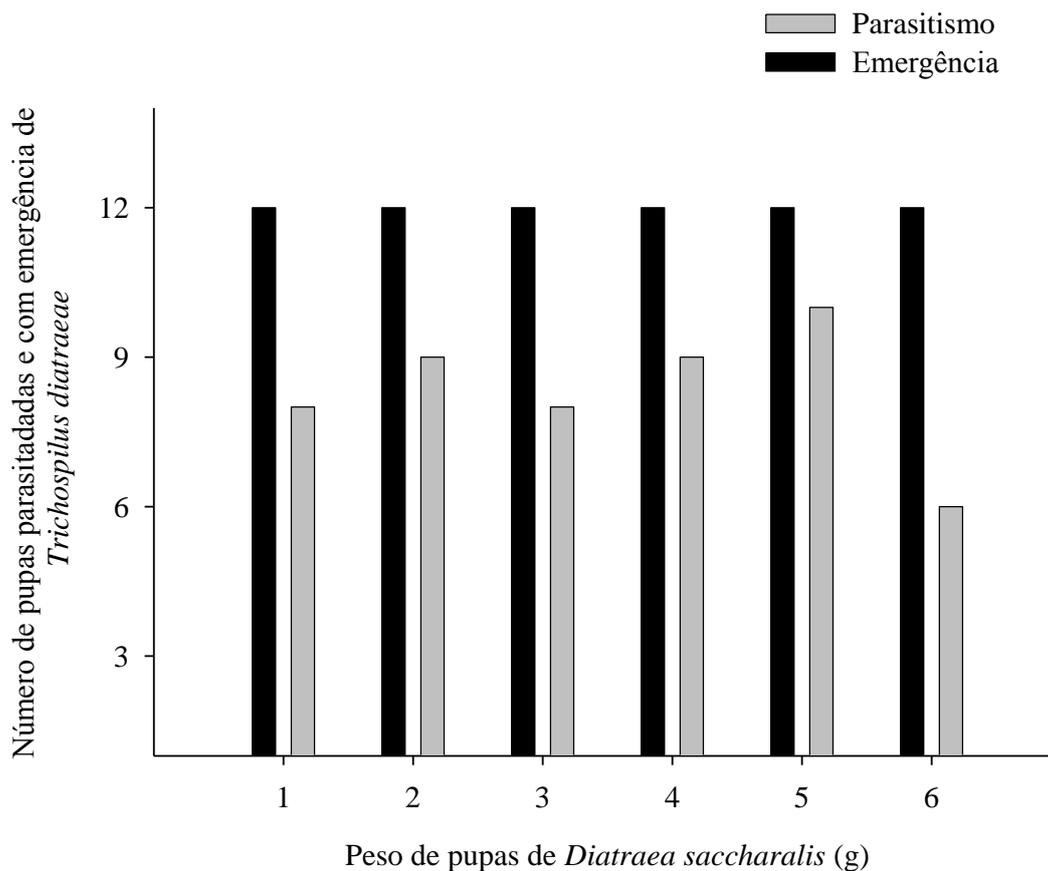


Figura 1. Número de pupas de *Diatraea saccharalis* com diferentes pesos, parasitadas e com emergência de *Trichospilus diatraeae*. Pesos: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Emergência $\chi^2=70,389$; $P > 0,05$).

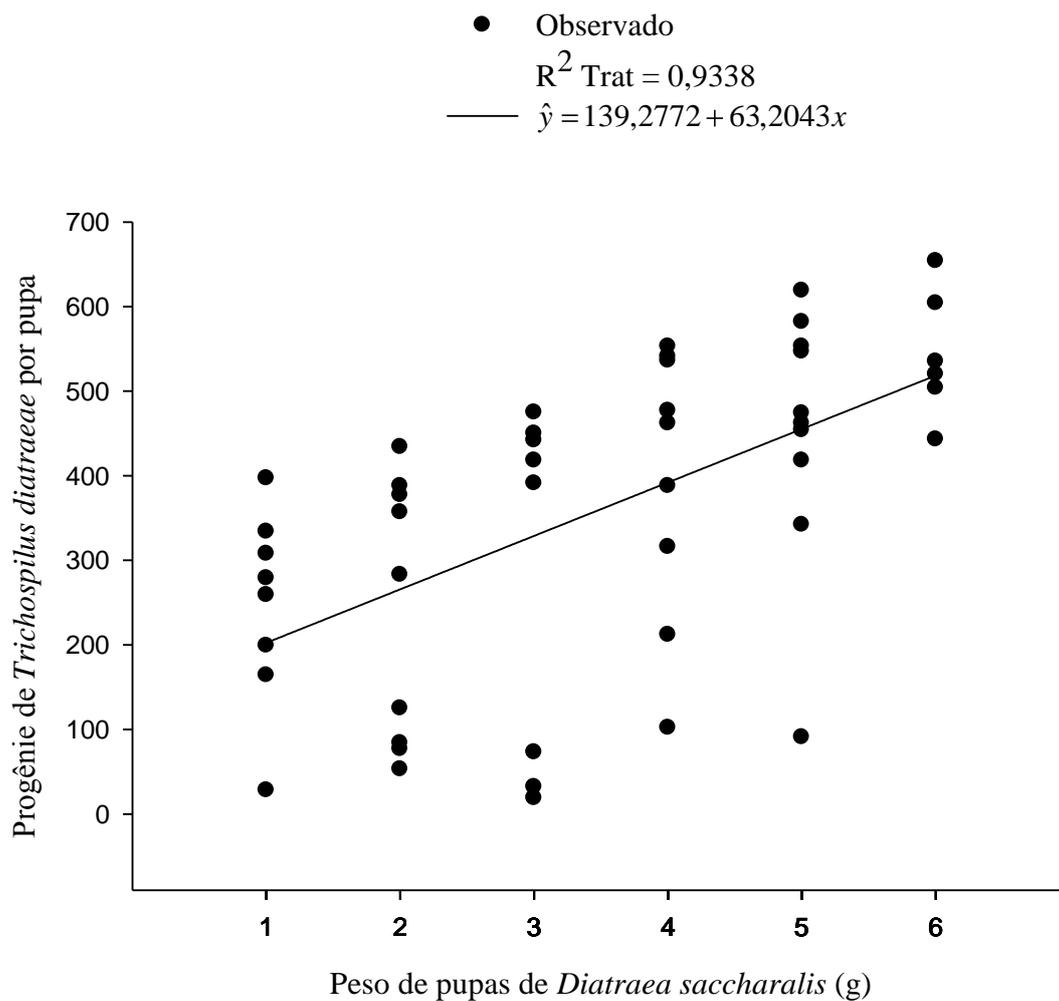


Figura 2. Progênie de *Trichospilus diatraeae* em função do peso de pupas de *Diatraea saccharalis*: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 24,3269$; $P= 0,0001$).

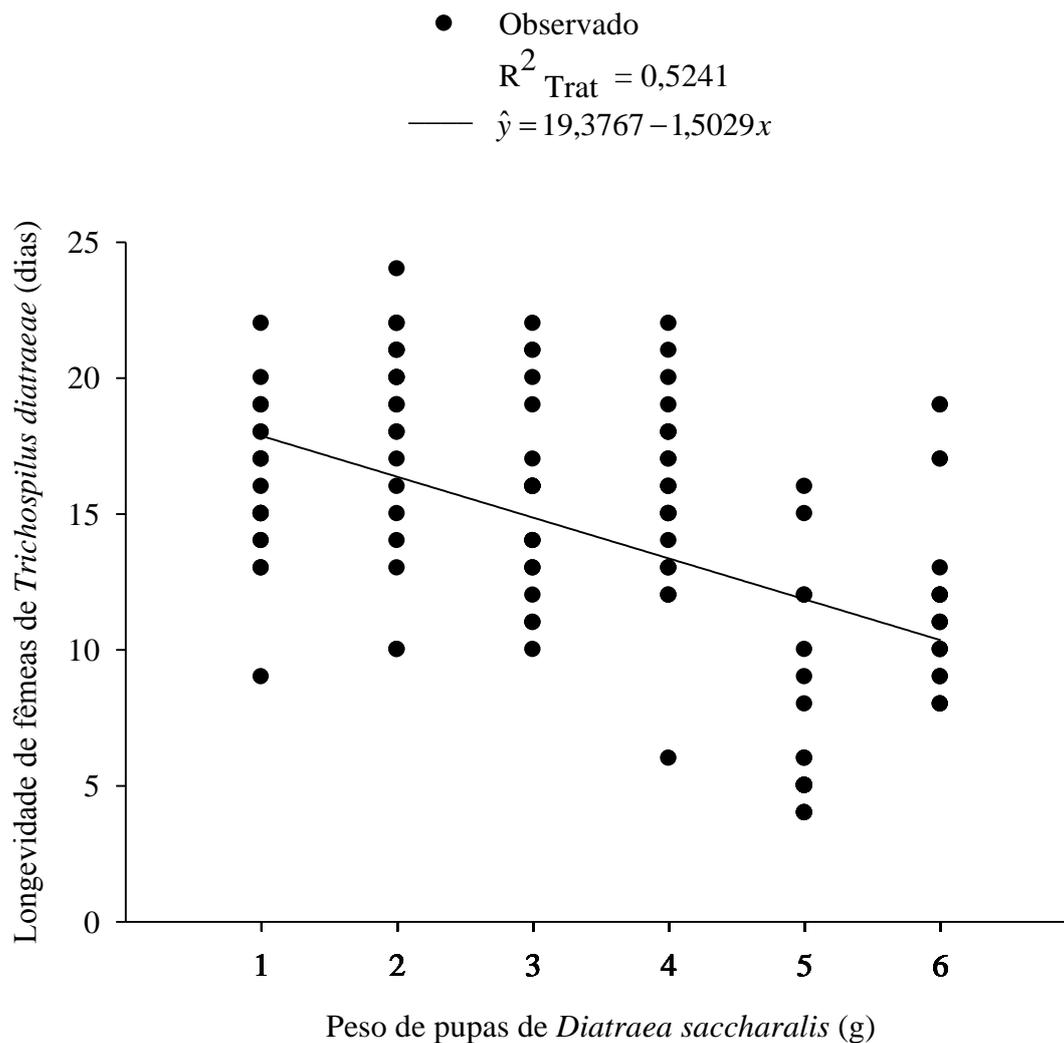


Figura 3. Longevidade de fêmeas (dias) de *Trichospilus diatraeae* emergidos de pupas de *Diatraea saccharalis* com diferentes pesos: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 43,0680$; $P= 0,0001$).

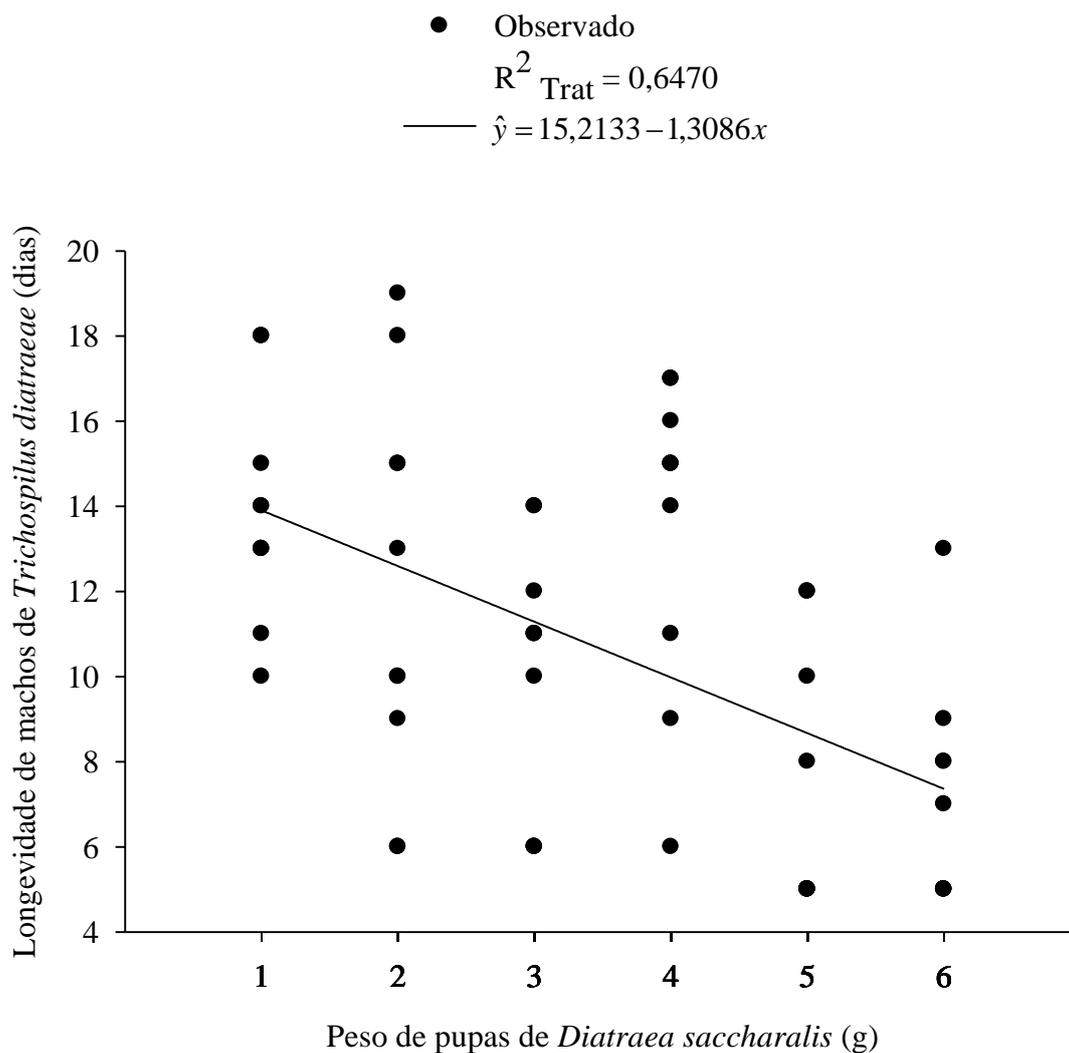


Figura 4. Longevidade de machos (dias) de *Trichospilus diatraeae* emergidos de pupas de *Diatraea saccharalis* com diferentes pesos: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F = 22,5641$; $P = 0,0001$).

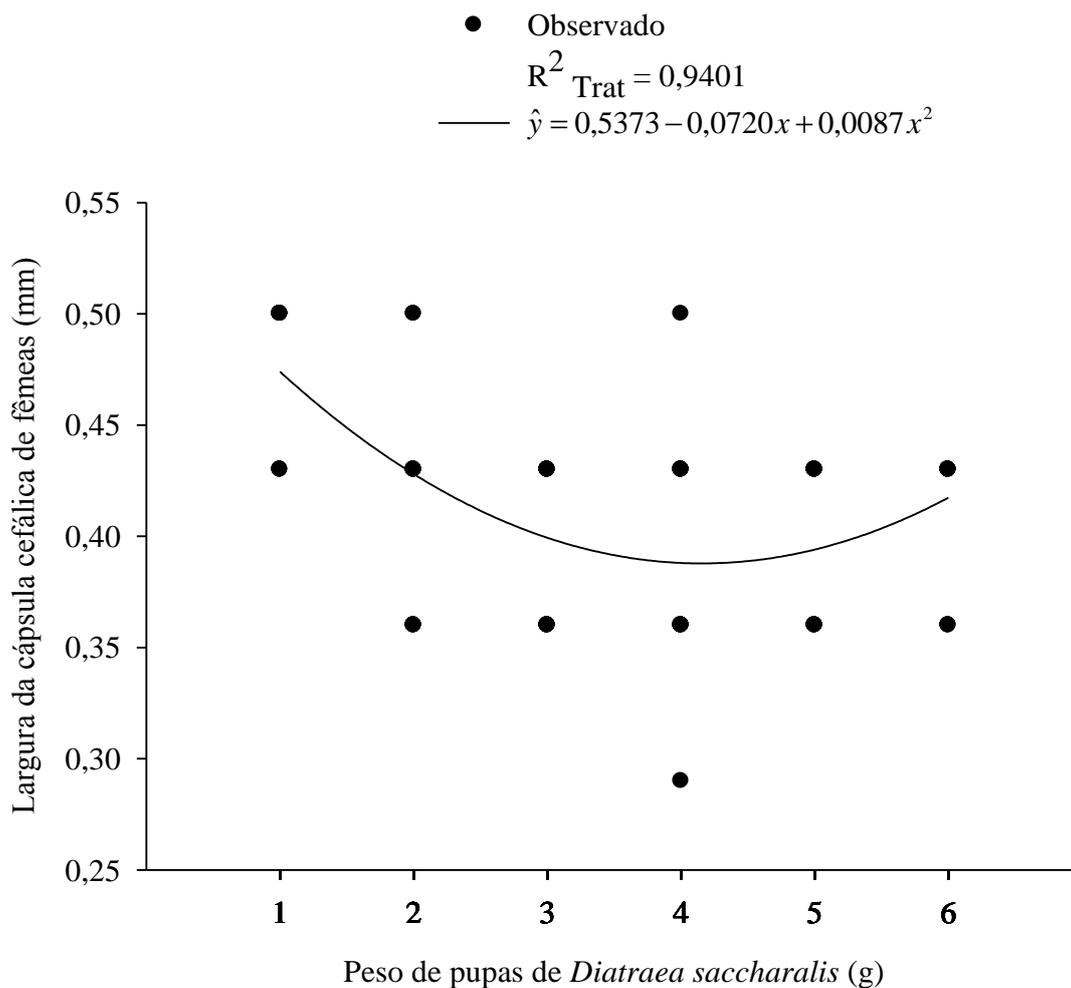


Figura 5. Largura da cápsula cefálica de fêmeas (mm) de *Trichospilus diatraeae* emergidos de pupas de *Diatraea saccharalis* com diferentes pesos: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F=23,7514$; $P=0,0001$).

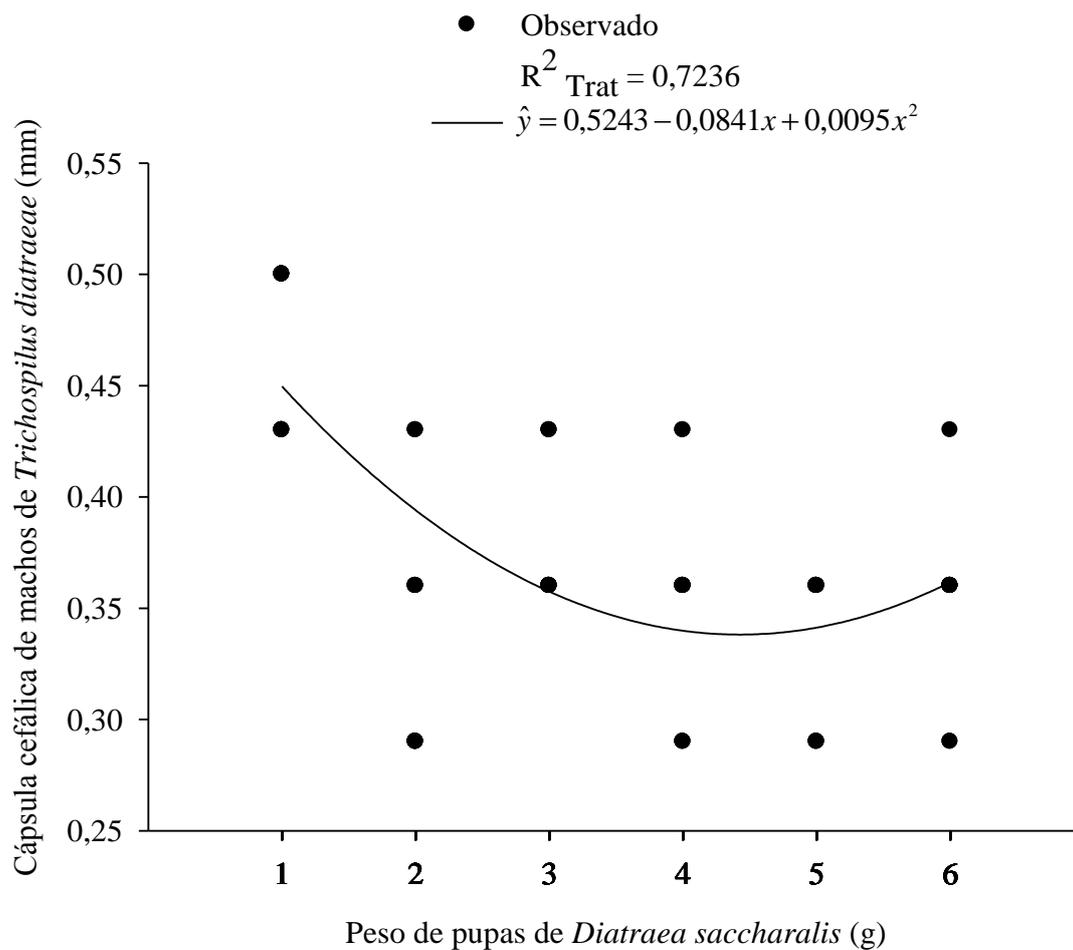


Figura 6. Largura da cápsula cefálica de machos (mm) de *Trichospilus diatraeae* emergidos de pupas de *Diatraea saccharalis* com diferentes pesos: 0,100-0,120 g (1), 0,121-0,140 g (2), 0,141-0,160 g (3), 0,161-0,180 g (4), 0,181-0,200 g (5), 0,201-0,220 g (6). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F=32,9804$; $P=0,0001$).

CAPÍTULO 3

Comportamento e características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades

**COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE
Trichospilus diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPA DE
Diatraea saccharalis (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) DE DIFERENTES
IDADES**

RESUMO: *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide pupal, que apresenta potencial para ser utilizado como alternativa de controle de lepidópteros-praga. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade de pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) sobre o parasitismo e desenvolvimento de *T. diatraeae*, assim como avaliar o comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* durante a oviposição e sua preferência por pupas de *D. saccharalis* de diferentes idades, quando submetidas a chances de livre escolha. Pupas de *D. saccharalis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* com 24 horas de idade. O número de pupas parasitadas e a progênie de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* não foram influenciados pela idade do hospedeiro, mas o percentual de pupas com emergência de *T. diatraeae* diminuiu em pupas com 96 e 120 horas de idade. Cinco pupas de *D. saccharalis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade foram acondicionadas em placas de Petri e posteriormente uma fêmea de *T. diatraeae* foi colocada em contato com as mesmas para a observação do comportamento desse parasitoide durante um período de 26 horas. Constatou-se que *T. diatraeae* ao parasitar pupas de *D. saccharalis* não leva em consideração a idade de seu hospedeiro. A idade do hospedeiro *D. saccharalis* não afeta o parasitismo de *T. diatraeae*, mas pupas com mais de 96 horas podem prejudicar o desenvolvimento do parasitoide. Pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 72 horas de idade são mais adequadas para a criação do parasitoide *T. diatraeae* em laboratório. Fêmeas de *T. diatraeae* não discriminam para a oviposição, pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 120 horas.

Palavras-chave: broca-da-cana, comportamento de parasitoides, idade do hospedeiro.

ABSTRACT: *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a pupal parasitoid, with the potential to be used as alternative control lepidopteran pests. The objective of this work was to evaluate the influence of pupae age of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) on parasitism and development of *T. diatraeae*, as well as to evaluate behavior of females of *T. diatraeae* during his preference for oviposition and pupae of *D. saccharalis* of different ages, when subjected to chances of free choice. Pupae of *D. saccharalis* 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age were exposed to parasitism by seven females of *T. diatraeae* with 24 hours. The number of pupae parasited and progeny of *T. diatraeae* in pupae of *D. saccharalis* were not influenced by age host, but the percentage of pupae with emergence of *T. diatraeae* pupae decreased with 96 and 120 hours of age. The age of the host *D. saccharalis* does not affect the parasitism of *T. diatraeae* but pupae with more than 96 hours old may hinder the development of the parasitoid. Five pupae of *D. saccharalis* at the ages of 24, 48, 72, 96 and 120 hours were placed in petri dishes and later a female *T. diatraeae* was placed in contact with them, to observe the behavior of this parasitoid over a period of 26 hours. It was found that *T. diatraeae* parasitize the pupae of *D. saccharalis* does not take into account the age of its host. Pupae of *D. saccharalis* aged between

24 and 72 hours of age are most appropriate for setting up the parasitoid *T. diatraeae* laboratory. Females of *T. diatraeae* not discriminate for oviposition, pupae of *D. saccharalis* aged between 24 and 120 hours.

Keywords: sugarcane borer, parasitoid behavior, host age.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores biológicos que envolvem a interação parasitoide-hospedeiro é de fundamental interesse, pois os parasitoides são amplamente utilizados como agente de controle biológico em Programas de Manejo Integrado de Pragas e principalmente em programas de agricultura sustentável (PRATISSOLI et al., 2009; FANG et al., 2010).

A capacidade de produção massal desses inimigos naturais para a liberação no campo depende da utilização de hospedeiros adequados (ANDRADE et al., 2010). Além disso, a compreensão dos mecanismos e fatores que interferem no comportamento de um inimigo natural pode contribuir para identificar as situações em que a liberação do parasitoide terá impacto sobre a população de pragas (BESERRA e PARRA, 2003).

A idade do hospedeiro pode influenciar o parasitismo (HARVEY e GOLDS, 1998), THOMAZINI e BERTI FILHO 2000; MATOS NETO et al., 2004; PEREIRA et al., 2009) e a eficiência dos sistemas de criação de inimigos naturais para o controle biológico (PARRA et al., 2002).

O comportamento de fêmeas parasitoides durante o parasitismo é um importante indicador do desempenho da espécie em estudo e de uma reprodução bem sucedida (NURINDAH e CRIBB, 1997; BESERRA e PARRA, 2005) e permite compreender os processos envolvidos na seleção e aceitação de hospedeiros pelo parasitoide (HIGUCHI e SUZUKI, 1996; VINSON, 1998).

Parasitoides em geral apresentam pelo menos três comportamentos característicos: inspeção do hospedeiro com as antenas para a obtenção de informações químicas ou físicas do hospedeiro; inserção do ovipositor, envolvendo a perfuração do córion, escolha do local de oviposição e por vezes, a liberação de substâncias químicas inibindo o desenvolvimento do hospedeiro (envenenamento), seguido pela liberação de ovos; e a marcação, envolvendo a deposição de substâncias

químicas, ou a marcação mecânica sobre o hospedeiro parasitado para evitar o superparasitismo (VINSON, 1998; ROCHA et al., 2006).

Muitos parasitoides selecionam seu hospedeiro através da idade, já que essa característica pode interferir na qualidade nutricional do hospedeiro (IZUMI et al., 1994) devido a alterações morfológicas e fisiológicas, que conseqüentemente pode afetar o desenvolvimento do parasitoide (GODFRAY, 1994; WANG e LIU, 2002; ROCHA et al., 2006; PEREIRA et al., 2009).

Alterações fisiológicas e morfológicas do hospedeiro relacionadas com sua idade poderão resultar em variação na aceitabilidade e adequação do hospedeiro para o parasitoide (WANG e LIU, 2002), já que, quando parasitado, o hospedeiro passa a ser fonte de alimento e abrigo dos endoparasitoides. Além disso, a qualidade nutricional do hospedeiro pode ser um fator importante na determinação do sexo, tamanho e sobrevivência do parasitoide (VINSON e BARBOSA, 1987; BITTENCOURT E BERTI FILHO, 1999). Ressalta-se que, com o avanço da idade, os tecidos internos de pupas hospedeiras sofrem histólise, histogênese e diferenciação para formar adultos, por isso, pupas mais velhas podem conter menos recursos para o desenvolvimento de parasitoides (CHAPMAN, 1998; WANG e LIU, 2002).

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide pupal (PARON e BERTI FILHO, 2000) que parasita dentre outros lepidópteros, pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (GRANCE, 2010). Contudo, não se conhece o efeito da idade desse hospedeiro sobre o comportamento de parasitismo e desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de diferentes idades.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade da pupa de *D. saccharalis* sobre o parasitismo e desenvolvimento de *T. diatraeae*, visando otimizar a criação desse parasitoide em laboratório, assim como avaliar o comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* durante a oviposição e sua preferência por pupas de *D. saccharalis* de diferentes idades, quando submetidas a chances de livre escolha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação do hospedeiro *D. saccharalis*: Pupas de *D. saccharalis* foram cedidas pela empresa Biosoluções (Dourados-MS) para o estabelecimento da criação em laboratório. Adultos desse lepidóptero (20 machos e 30 fêmeas) foram mantidos em gaiolas de PVC (10 x 22 cm) fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico. Essas gaiolas foram revestidas com folhas de papel sulfite umedecido, onde as fêmeas, após o acasalamento colocaram suas posturas. Após a eclosão, as lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968), a base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais (Anexo C) onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas em gaiolas de PVC até a formação de adultos (PARRA, 2007).

Criação do parasitoide *T. diatraeae*: A criação de *T. diatraeae* no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da UFGD iniciou-se em agosto de 2007 em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), cuja população inicial foi proveniente de pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) e que estava sendo criada em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em Viçosa, Minas Gerais.

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) fechados com algodão e alimentados com uma gota de mel. Pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas para manutenção da criação. Após esse período as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, até a emergência de adultos (PARON e BERTI FILHO, 2000; FÁVERO, 2009).

Desenvolvimento experimental: Características biológicas de *T. diatraeae* em pupas de diferentes idades

Pupas de *D. saccharalis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade e com peso médio de 0,167 g foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* [número de indivíduos que conforme GRANCE (2010) garante condições de desenvolvimento de *T. diatraeae* satisfatórias] com 24 horas de idade. Cada relação (hospedeiro-parasitoides) foi acondicionada em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) contendo uma gota de mel, e fechado com algodão. Pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Após este período, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas permaneceram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos de *T. diatraeae*.

As características biológicas avaliadas foram o número de pupas parasitadas (avaliação do número de pupas parasitadas por tratamento, descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro) (ABBOTT, 1925); o número de pupas com emergência da progênie; o número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie); a duração do ciclo de vida (ovo-adulto); a longevidade média em dias (para avaliação dessa variável foram selecionados ao acaso 20 fêmeas e 10 machos de *T. diatraeae* de cada tratamento, sendo esses parasitoides no dia de sua emergência, individualizados em tubos de ensaio contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte); a largura da cápsula cefálica (para avaliação dessa característica foram escolhidos ao acaso em cada tratamento, 15 fêmeas e 15 machos de *T. diatraeae*, visando medir a largura da cápsula cefálica em ocular micrométrica) e a razão sexual (RS= número de fêmeas/ número de adultos) de *T. diatraeae*. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (idade das pupas de *D. saccharalis*) e 12 repetições. Os valores do número de pupas parasitadas e de pupas com 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). Essa análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, representados por 0 (pupas não parasitadas e pupas sem emergência) e 1 (pupas com parasitismo e pupas com emergência). Os dados da duração do ciclo de vida, do número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie), da razão sexual, da longevidade e do tamanho de cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foram

submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade foi realizada a análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida a partir dos modelos linear e quadrático, com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e de regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade).

Desenvolvimento experimental: Comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* na presença simultânea de pupas de *D. saccharalis* com diferentes idades

Pupas de *D. saccharalis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade e com peso médio de 0,200 g foram expostas simultaneamente ao parasitismo por uma fêmea de *T. diatraeae*, com 24 horas de idade em placa de Petri, (150 mm de diâmetro x 20 mm de altura), contendo uma gota de mel (Apêndice A). Essa relação parasitoide com seus hospedeiros foi observada por um período de 26 horas por três dias para observar o comportamento de escolha para oviposição em pupas de *D. saccharalis* de diferentes idades. No primeiro dia, o comportamento de cada fêmea foi observado por 10h no período de fotofase. Durante a escotofase, o parasitoide permaneceu na placa de Petri com as pupas de *D. saccharalis* (ausência de observação). No segundo dia, novamente observou-se o comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* por 10h de fotofase. Contudo, durante a escotofase, as fêmeas foram retiradas e individualizadas em tubo de vidro para verificar se elas escolheriam ou não as mesmas pupas. No terceiro dia, as fêmeas foram colocadas novamente em contato com as pupas e procedeu-se a observação por um período de 6h de fotofase. Após esse período, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em sala climatizada, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos de *T. diatraeae*.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (idade das pupas de *D. saccharalis*) e 12 repetições. O número de pupas parasitadas e de pupas com 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). Essa análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, representados por 0 (pupas não

parasitadas e pupas sem emergência) e 1 (pupas com parasitismo e pupas com emergência).

3. RESULTADOS

Características biológicas de *T. diatraeae* em pupas de diferentes idades

O número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* não diferiu em função da idade do hospedeiro ($\chi^2 = 6,8841$; $P > 0,05$). O número de pupas com emergência foi maior em hospedeiros com idades entre 24 e 72 horas ($\chi^2 = 70,389$; $P = 0,002$).

A progênie de *T. diatraeae* não foi influenciada pela idade do hospedeiro ($P > 0,05$), com até $479,67 \pm 63,20$ indivíduos em pupas de 72 horas.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* foi maior em pupas de *D. saccharalis* com 24 horas de idade ($17,89 \pm 0,31$ dias) e menor em pupas de 72 horas ($15,67 \pm 0,65$) e 120 horas ($15,67 \pm 0,33$) ($F = 9,3547$; $P = 0,0006$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,8026$) (Figura 2). *T. diatraeae* não concluiu seu ciclo de vida na maioria das pupas de *D. saccharalis* com 120 horas, observando-se a presença de imaturos desse parasitoide, em todas as pupas de *D. saccharalis* nessa idade (dessecação da pupa e observação por meio de microscópio estereoscópico).

A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* de diferentes idades variou de $0,84 \pm 0,03$ (para pupas de 24 horas) a $0,95 \pm 0,01$ (para pupas de 72 e 96 horas) ($F = 12,4212$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,9138$) (Figura 3).

A idade do hospedeiro não afetou a longevidade de fêmeas de *T. diatraeae* ($P > 0,05$), sendo que em pupas com 72 horas, a média foi de $18,6 \pm 0,77$ dias. A longevidade de machos de *T. diatraeae* que emergiram de *D. saccharalis* foi maior em pupas de 24 horas ($18 \pm 0,83$ dias) e menor em pupas de 120 horas ($7,5 \pm 1,47$ dias) ($F = 8,6634$; $P = 0,0050$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,3510$) (Figura 4).

A largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* não foi influenciada pela idade do hospedeiro ($P > 0,05$). A largura média da cápsula cefálica de fêmeas e machos obtida de todos os tratamentos avaliados foi de $0,39 \pm 0,01$ mm e $0,36 \pm 0,01$ mm, respectivamente.

Comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* na presença simultânea de pupas de *D. saccharalis* com diferentes idades

Fêmeas de *T. diatraeae* antes de iniciar o parasitismo em pupas de *D. saccharalis* (hospedeiro) fazem o reconhecimento do hospedeiro caminhando sobre a pupa e tateando a mesma com as antenas. Posteriormente inserem o ovipositor na pupa e depositam os ovos. Às vezes a fêmea caminha, ou permanece em repouso, próximo a pupa na qual tenha iniciado o parasitismo.

O tempo que uma fêmea de *T. diatraeae* permanece reconhecendo o seu hospedeiro com as antenas, ou com o ovipositor inserido na pupa, ou ainda em repouso varia, podendo durar alguns minutos ou horas.

Contudo, se a fêmea de *T. diatraeae* for retirada do contato com a pupa parasitada de *D. saccharalis* e depois voltar a ser exposta em contato com várias pupas desse hospedeiro, ela não necessariamente reiniciará o parasitismo na mesma pupa.

Trichospilus diatraeae (fêmeas) ao ser exposto individualmente em contato com pupas de *D. saccharalis* tiveram a oportunidade de escolher para o parasitismo pupas de *D. saccharalis* com diferentes idades (24, 48, 72, 96 e 120 horas). A escolha dessas pupas aconteceu ao acaso e por isso, o número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* não foi influenciado pela idade do hospedeiro ($P > 0,05$). O número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de *T. diatraeae* foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$). Contudo, apenas para as pupas com 72 horas foram constatadas emergência de *T. diatraeae* de todas as pupas parasitadas (Figura 5).

4. DISCUSSÃO

Características biológicas de *T. diatraeae* em pupas de diferentes idades

Trichospilus diatraeae parasitou pupas do hospedeiro *D. saccharalis* entre as idades de 24 a 120 horas. Esse fato pode estar relacionado ao reconhecimento da adequabilidade e qualidade nutricional do hospedeiro por parte da fêmea parasitoide durante o parasitismo, o que implica que o hospedeiro apresente as mínimas condições fisiológicas e nutricionais para o desenvolvimento de parasitoides imaturos (MACKAUER et al. 1996; COLINET et al., 2005; SILVA et al., 2008).

Além disso, durante a oviposição, fêmeas de parasitoides da família Eulophidae podem injetar toxinas no interior do hospedeiro (UÇKAN et al., 2004; ANDRADE et al., 2010) e conseqüentemente afetar a imunidade e o desenvolvimento do mesmo (GLATZ et al., 2004).

O parasitismo de *T. diatraeae* independente da idade do hospedeiro *D. saccharalis* reflete o seu potencial biológico como parasitoide pupal desse lepidóptero. Entretanto, é provável que as taxas de parasitismo em campo seja menor, devido a interação entre os componentes abióticos (temperatura, umidade relativa), e bióticos (predação dos parasitoides, grau de dificuldade e mecanismos para o parasitoide encontrar o hospedeiro) na cultura, contribuindo para a manutenção do equilíbrio biológico entre as diferentes espécies que compõem o agroecossistema.

Os melhores resultados de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 72 horas, provavelmente está relacionado a melhor qualidade nutricional dessas pupas e conseqüentemente a maior capacidade desses parasitoides em suprimir a resposta imune do hospedeiro. Os parasitoides podem diminuir o número de hemócitos circulantes (células de defesa) (ANDRADE et al., 2010) ou modificar suas propriedade de adesão a fim de evitar o encapsulamento dos imaturos em desenvolvimento pelo hospedeiro (STRAND e PECH, 1995). O encapsulamento é influenciado por fatores genéticos e fisiológicos do hospedeiro e do parasitoide e a quantidade de hemócitos são importantes nesse processo (SILVA, 2002).

As menores taxas de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* com 96 e 120 horas pode ser atribuída a dificuldade desse parasitoide de se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* com idades mais avançadas. Neste caso, a qualidade nutricional do hospedeiro pode ser o principal fator envolvido, pois com o avanço da idade, os nutrientes que poderiam estar sendo utilizados para o desenvolvimento do parasitoide em seu interior, já teriam sido utilizados em benefício do próprio hospedeiro (CHAPMAN, 1998). Além disso, a medida que aumenta a idade do hospedeiro, a encapsulação de parasitoides pelo hospedeiro pode tornar-se mais frequente (PASSARINHO, 2009).

Nesse e em outros trabalhos foi possível verificar que a medida que a idade do hospedeiro aumenta, a capacidade de desenvolvimento do parasitoide tende a diminuir a partir de uma certa idade que varia entre as espécies. A qualidade

nutricional de pupas de *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) diminuiu drasticamente com o aumento da idade, e afetou o desenvolvimento de *Diadromus collaris* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera: Ichneumonidae) em pupas com idades entre 72 e 96 horas (WANG e LIU, 2002). Vespas de *Lysibia nana* Gravenhorst, 1829 (Hymenoptera: Ichneumonidae) emergiram de cerca de 80% dos casulos de *Cotesia glomerata* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Braconidae) com até 60 horas de idade e somente em hospedeiros com 84 horas de idade verificou-se queda acentuada de emergência de *L. nana*. (HARVEY et al., 2011). A maior taxa de emergência da progênie de *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) foi observada em pupas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758, (Lepidoptera: Bombycidae) com 48 e 72 horas de idade (PEREIRA et al., 2009).

A progênie de *T. diatraeae* não foi influenciada pela idade de *D. saccharalis*. Portanto, se o parasitoide *T. diatraeae* conseguir se desenvolver até a idade adulta e emergir do hospedeiro *D. saccharalis*, mesmo em pupas com idades avançadas, a tendência é que o número de indivíduos emergidos por pupa de diferentes idades seja semelhante. Outro resultado que reforça esta suposição foi encontrado em um trabalho realizado com vespas de *D. collaris* associadas a pupas de *P. xylostella* de diferentes classes de idades, em que a progênie também não foi afetada pela idade do hospedeiro (WANG e LIU, 2002).

A maior duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* com 24 horas pode ter resultado da resposta imune do hospedeiro contra imaturos de parasitoides dessa idade. Pupas de *A. gemmatilis* com 24 e 48 horas parasitadas por *T. diatraeae* apresentaram redução do número total de hemócitos e de plasmócitos circulantes após o parasitismo por *T. diatraeae* (ANDRADE, 2010). A resposta imune pode resultar no encapsulamento e melanização do ovo do endoparasitoide. Nesse processo, os hemócitos formam um envelope em torno do organismo invasor, mediado provavelmente por citocinas e moléculas de adesão (STRAND e PECH, 1995; PENNACCHIO e STRAND, 2006). Contudo, esses mecanismos de defesa requerem alto custo metabólico e por isso, não se mantêm ativos por muito tempo (SCHMIDT et al 2001, SCHMID-HEMPEL, 2005).

A menor duração de desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* com 48 e 72 horas de idade pode ser resultante de condições fisiológicas e nutricionais apropriadas para o parasitoide. Por outro lado, a tendência de aumento

do ciclo de vida de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* com 96 horas pode ser explicada pelo fato do hospedeiro estar em estágio adiantado de desenvolvimento. Nessa fase, ocorrem intensas mudanças dos tecidos (histólise e histogênese), o que pode ter afetado a qualidade nutricional da pupa. Resultados semelhantes também ocorreram em pupas de *B. mori* parasitadas por *P. elaeisis* (PEREIRA et al., 2009).

Trichospilus diatraeae praticamente não concluiu seu ciclo de vida na maioria das pupas de *D. saccharalis* com 120 horas de idade, sendo observada a presença de imaturos no interior do hospedeiro. Possivelmente, a mortalidade de formas imaturas do parasitoide pode estar relacionada a respostas celulares e humorais do hospedeiro (ANDRADE et al., 2010) e pela menor disponibilidade de nutrientes (BARBOSA et al., 2008) em pupas com idades avançadas. Entretanto, parasitoides que conseguiram se desenvolver em algumas pupas de 120 horas tiveram que acelerar seu ciclo de vida, como uma forma de tentar vencer a imunidade do hospedeiro.

A idade do hospedeiro pode interferir em sua qualidade nutricional (WANG e LIU, 2002) e afetar a razão sexual de parasitoides (GODFRAY, 1994; BITTENCOURT e BERTI FILHO, 1999), conforme constatado neste trabalho. A razão sexual de *T. diatraeae* foi maior em pupas de *D. saccharalis* com 72 e 96 horas de idade. Estes resultados diferem de outros trabalhos realizados com o parasitoide *P. elaeisis* em pupas de *B. mori* (PEREIRA et al., 2009) e com o parasitoide *D. collaris* em pupas de *P. xylostella* (WANG e LIU, 2002) de diferentes idades, nos quais não foram observadas diferenças na razão sexual em função da idade do hospedeiro.

A proporção de fêmeas de *T. diatraeae* é maior que a de machos, com altas taxas de razão sexual e conseqüentemente, maior facilidade para a multiplicação desse parasitoide em laboratório. Tal característica também é importante para a seleção de indivíduos visando a liberação no campo (AMALIN et al., 2005; PEREIRA et al., 2009).

A longevidade de fêmeas de *T. diatraeae* não foi influenciada pela idade do hospedeiro *D. saccharalis*, mas a longevidade de machos diminuiu em pupas com idades mais avançadas. A maior longevidade de fêmeas em parasitoides implica em indivíduos com tempo maior para procurar e parasitar ovos dos seus hospedeiros em campo, o que contribui para o aumento da sua população e da eficácia no controle de surtos posteriores de pragas (PRATISSOLI et al., 2007).

A idade do hospedeiro não afetou a largura de cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae*. Os machos apresentam, em geral, cápsula cefálica com menor diâmetro comparado a fêmeas (PARON, 1999). Geralmente, fêmeas maiores possuem maior potencial reprodutivo (HOHMANN e LUCK, 2004) e machos maiores, maior longevidade e conseqüentemente maior sucesso no acasalamento (SAGARRA et al., 2001; GRANCE, 2010).

A idade do hospedeiro *D. saccharalis* não afeta o parasitismo de *T. diatraeae*, mas interfere em seu desenvolvimento. O parasitismo por fêmeas parasitóides em pupas de *D. saccharalis*, independente da idade e qualidade nutricional do hospedeiro, provavelmente é uma maneira para tentar garantir a sobrevivência da espécie, já que nem sempre a fêmea tem a possibilidade de encontrar o hospedeiro em idade apropriada. O adequado desenvolvimento do parasitoide no interior do hospedeiro é um requisito fundamental para a melhoria das criações desses insetos em laboratório. No caso estudado, a faixa de idade ideal para a multiplicação de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* é de 24 a 72 horas por produzir maior número de descendentes que poderão ser utilizados em liberações desses parasitoides no campo.

Comportamento de fêmeas de *T. diatraeae* na presença simultânea de pupas de *D. saccharalis* com diferentes idades

A escolha de pupas de *D. saccharalis* para o parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae* foi ao acaso, já que não houve diferença em relação ao número de pupas parasitadas com idade entre 24 e 120 horas. Portanto, a idade do hospedeiro, não afeta o comportamento de fêmeas de *T. diatraeae*, no que se refere ao reconhecimento dessas pupas para a oviposição. Provavelmente essas pupas, independentemente da idade apresentam as condições necessárias para o processo inicial do parasitismo. Tais condições se referem às características nutricionais e fisiológicas mínimas para o desenvolvimento de imaturos de *T. diatraeae* em seu interior (MACHAUER et al., 1996; COLINET et al., 2005; SILVA et al., 2008).

O comportamento de parasitismo de fêmeas de *T. diatraeae* na presença de pupas de *D. saccharalis* é semelhante para a maioria dos parasitoides. Inicialmente a fêmea de *T. diatraeae* reconhece o hospedeiro utilizando as antenas. Nessa etapa, parasitoides obtém informações químicas ou físicas do hospedeiro (VINSON, 1998; ROCHA et al., 2006).

As fêmeas de *T. diatraeae*, após o reconhecimento do hospedeiro escolheram o local para oviposição. A deposição de ovos não necessariamente ocorreu em um único ponto da pupa, já que, após período de repouso, próximo as pupas escolhidas para a oviposição, ou caminhamento sobre a pupa escolhida, algumas fêmeas observadas inseriram o ovipositor em outro ponto do hospedeiro. Quando as fêmeas parasitoides iniciaram o parasitismo, cada qual em uma pupa, elas permaneceram na mesma ou em seu entorno e dificilmente parasitaram outras pupas. Contudo, quando a fêmea de *T. diatraeae* foi retirada do contato com a pupa parasitada de *D. saccharalis* e depois voltou a ser exposta em contato com pupas de diferentes idades desse hospedeiro, ela não necessariamente reiniciou o parasitismo na mesma pupa.

As fêmeas parasitoides podem injetar toxinas no interior do hospedeiro durante a oviposição (PENNACCHIO e STRAND, 2006) para dificultar ou impedir que o hospedeiro se desenvolva e se torne adulto. Contudo, o hospedeiro também utiliza mecanismos para visando impedir o desenvolvimento do parasitoide, como encapsulamento e melanização do ovo do endoparasitoide (ANDRADE et al., 2010). Nesse processo, hemócitos formam um envelope em torno do organismo invasor, mediado provavelmente por citocinas e moléculas de adesão (STRAND e PECH, 1995; PENNACCHIO e STRAND, 2006). Desta forma, o parasitismo não necessariamente será bem sucedido no que se refere a emergência da progênie. Por outro lado, para o controle biológico de insetos-praga no campo, o parasitismo por si só pode ser efetivo por impedir o desenvolvimento do inseto alvo.

Em relação a multiplicação de parasitoides em laboratório, a emergência de indivíduos adultos do interior do hospedeiro é fundamental para as criações massais. Neste contexto, ressalta-se a importância de selecionar os hospedeiros com idades adequadas, já que essa característica pode interferir na qualidade nutricional do hospedeiro (WANG e LIU, 2002) e até mesmo afetar o desenvolvimento de parasitoides imaturos no interior desses insetos.

O número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de *T. diatraeae*, não diferiu estatisticamente, mas apenas para as pupas com 72 horas foram constatadas emergência de *T. diatraeae* de todas as pupas parasitadas, provavelmente devido a melhor qualidade nutricional dessas pupas. A idade do hospedeiro pode afetar a qualidade nutricional do mesmo (WANG e LIU, 2002) e conseqüentemente,

interferir no desenvolvimento dos parasitoides imaturos no interior do hospedeiro (CHAPMAN, 1998; PEREIRA et al., 2009).

As fêmeas de *T. diatraeae* não tem preferência para oviposição em relação a idade de pupas de *D. saccharalis*. Esse comportamento reforça a importância de *T. diatraeae* como um parasitoide com potencial para o controle biológico de *D. saccharalis*, pois o processo de oviposição do parasitoide pode impedir que a pupa hospedeira se transforme em adulto, e por consequência ocorre a interrupção da próxima geração do inseto-praga.

5. CONCLUSÕES

A idade do hospedeiro *D. saccharalis* não afeta o parasitismo de *T. diatraeae*, mas pupas com mais de 96 horas de idade podem prejudicar o desenvolvimento do parasitoide.

Pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 72 horas de idade são mais adequadas para a criação do parasitoide *T. diatraeae* em laboratório.

Fêmeas de *T. diatraeae* não discriminam para a oviposição, pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 120 horas.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos cedidos a execução deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

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

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

ANDRADE, G. S. **Influência dos parasitoides *Palmistichus elaeisis* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) na imunidade celular de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 73 f. Tese (Doutorado em

Entomologia) Universidade Federal de Viçosa-MG.

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS ONE**, v. 5, p. 1-7, 2010.

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

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 190-193, 2005.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 205-209, 2003.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 1281-1283, 1999.

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

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770 p.

COLINET, H., SALIN, C.; BOIVIN, G.; HANCE, T. H. Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, v. 30, p. 473-479, 2005.

FANG, Q.; WANG, L.; ZHU, J.; LI, Y.; SONG, Q.; STANLEY, D. W.; AKHTAR, Z.; YE, G. Expression of immune-response genes in lepidopteran host is suppressed by venom from an endoparasitoid, *Pteromalus puparum*. **BMC Genomics**, v. 11, p. 1-17, 2010.

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

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. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

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

GLATZ, R. V.; ASGARI, S.; SCHMIDT, O. Evolution of polydnviruses as insect immune suppressors. **Trends Microbiology**, v. 12, p. 545-554, 2004.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**, Princeton: University Press, 1994. 473 p.

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal Economy Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

HIGUCHI, H.; SUZUKI, Y. Host handling behavior of the egg parasitoid *Telenomus triptus* to the egg mass of the stink bug *Piezorus hybneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, p. 475-479, 1996.

HOHMANN, C. L.; LUCK, R. F. Effect of host availability and egg load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and its consequences on progeny quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 413-422, 2004.

HARVEY, J. A.; WAGENAAR, R.; GOLS, R. Differing host exploitation efficiencies in two hyperparasitoids: when is a ‘match made in heaven’? **Journal Insect Behavior**, DOI 10.1007/s10905-010-9254-4, p. 1-11, 2011.

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

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal Economy Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

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

IZUMI, S.; YANO, K.; YAMANOMOTO, Y.; TAKAHASHI, Y. Yolk proteins from insect eggs: structure, biosynthesis and programmed degradation during embryogenesis. **Journal of Insect Physiology**, v. 40, p. 735-746, 1994.

MACKAUER, M.; MICHAUD, M. R.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): Host recognition, host quality, and value. **Canadian Entomologist**, v. 120, p. 959-980, 1996.

MATOS NETO, F. C.; ZANUNCIO, J. C.; CRUZ, I.; PICANÇO, M. C. Progeny production and parasitism by *Campoletis flavicincta* (Hym.: Ichneumonidae) as affected by female ageing. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 22, p. 369-378, 2004.

NURINDAH, G. G.; CRIBB, B. W. Oviposition behaviour and reproductive performance of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in artificial diet. **Australian Journal of Entomology**, v. 36, p. 87-93, 1997.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

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

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de Lepidoptera**. 1999. 57 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

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.

PASSARINHO, A. M. P. **Efeito da encapsulação na atividade do parasitoide de cochonilhas-algodão *Anagyrus* sp. nov. próx. *pseudococci* (Girault)**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Agrônômica) Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

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

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; OLIVEIRA, H. N. de; FÁVERO, K.; GRANCE, E. L. V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 2009.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; PEREIRA, C. L. T.; FURTADO, I. S. de A.; COCHETO, J. G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 286-290, 2007.

PRATISSOLI, D.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; ZANUNCIO, J. C.; POLANCZYK, R. A. *Trichogramma acacioi* capacidade de parasitismo em diferentes temperaturas e hospedeiros alternativos. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 151-153, 2009.

ROCHA, L. da; REDAELLI, L.; MENDONÇA JR, M. de S. Comportamento de oviposição de *Gryon gallardoi* (Hymenoptera, Scelionidae) em ovos de diferentes idades de *Spartocera dentiventris* (Hemiptera, Coreidae). **Iheringia, Série Zoologia**, 2006, v. 96, p. 277-282.

SAGARRA, L. A.; VICENT, C.; STEWART, R. K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, p. 363-367, 2001.

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

SCHMIDT, O.; THEOPOLD, U; STRAND, M. Innate immunity and its evasion and suppression by Hymenoptera endoparasitoid. **BioEssays**, v. 23, p. 344-351, 2001.

SILVA, C. C. A. da. Aspectos do sistema imunológico dos insetos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p. 68-72, 2002.

SILVA, R. J.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 173-179, 2008.

STRAND, M. R.; PECH, L. L. Immunological basis for compatibility in parasitoid-host relationships. **Annual Review Entomology**, v.40, p.31-56, 1995.

THOMAZINI, M. J.; BERTI FILHO, E. Influência da densidade e idade de pupas de mosca doméstica no parasitismo por *Muscidifurax uniraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Revista de Agricultura**, v. 75, p. 339-348, 2000.

UÇKAN, F.; SINAN, S.; SAVASCI, S.; ERGIN, E. Determination of venom components from the endoparasitoid wasp *Pimpla turionellae* L.(Hymenoptera: Ichneumonidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, p. 775-780, 2004.

VINSON, S. B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v. 11, p. 79-96, 1998.

VINSON, S. B.; BARBOSA, P. Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In: SLANSKY, F.; RODRIGUES, F. (ed.). **Nutritional ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates**. John Wiley & Sons, New York, 1987. p. 673-695.

WANG; X.; LIU, S. Effects of host age on the performance of *Diadromus collaris*, a pupal parasitoid of *Plutella xylostella*. **BioControl**, v. 47, p. 293-307, 2002.

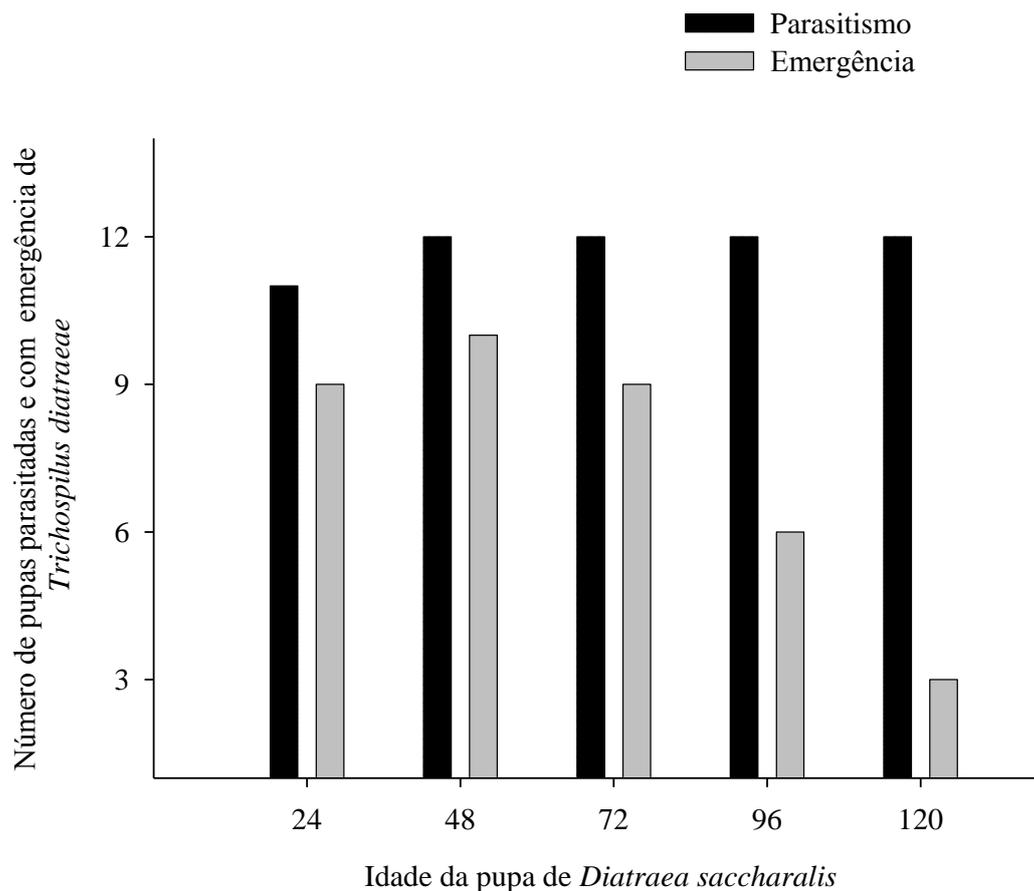


Figura 1. Número de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes idades parasitadas e com emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Parasitismo, $\chi^2 = 6,8841$; $P > 0,05$) e (Emergência, $\chi^2 = 70,389$; $P = 0,002$).

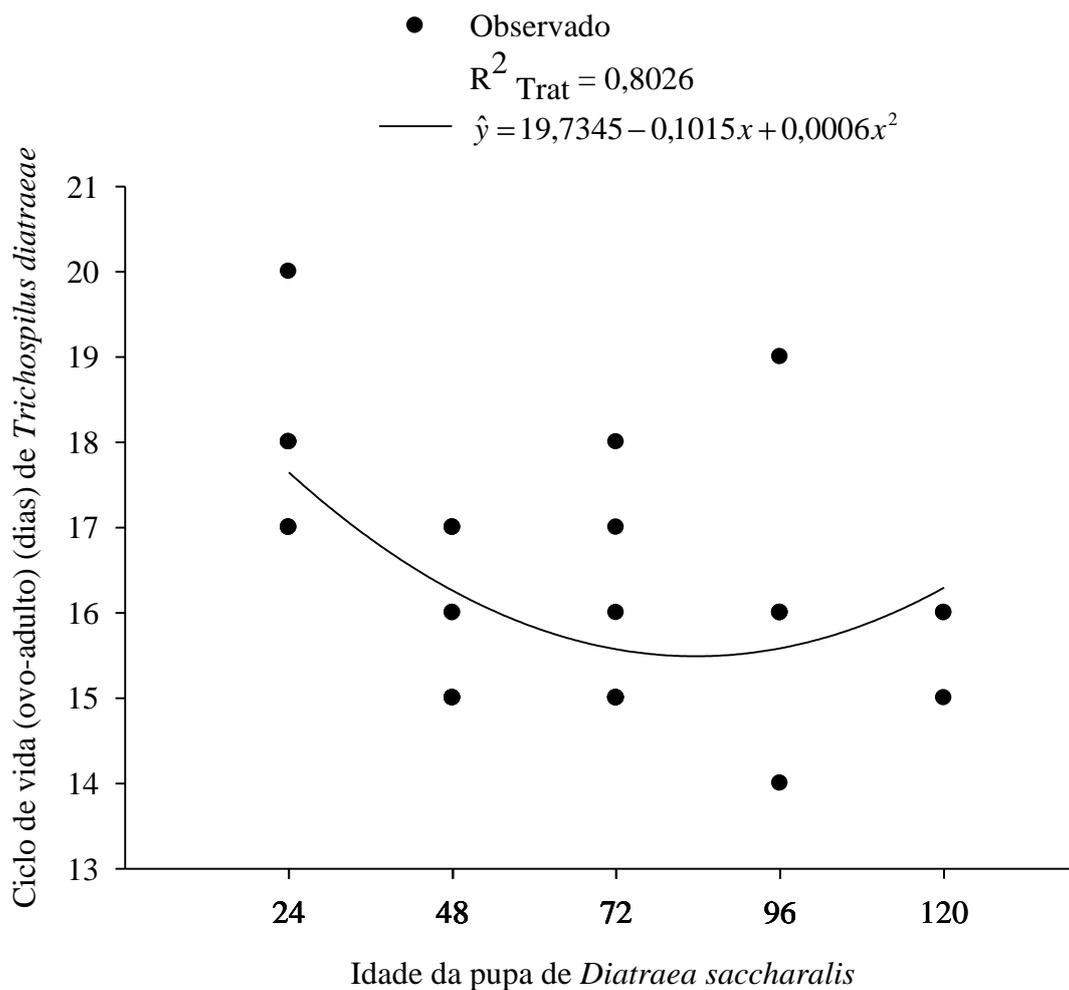


Figura 2. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades. Temperatura de 25 ± 2 °C, Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 9,3547$; $P= 0,0006$).

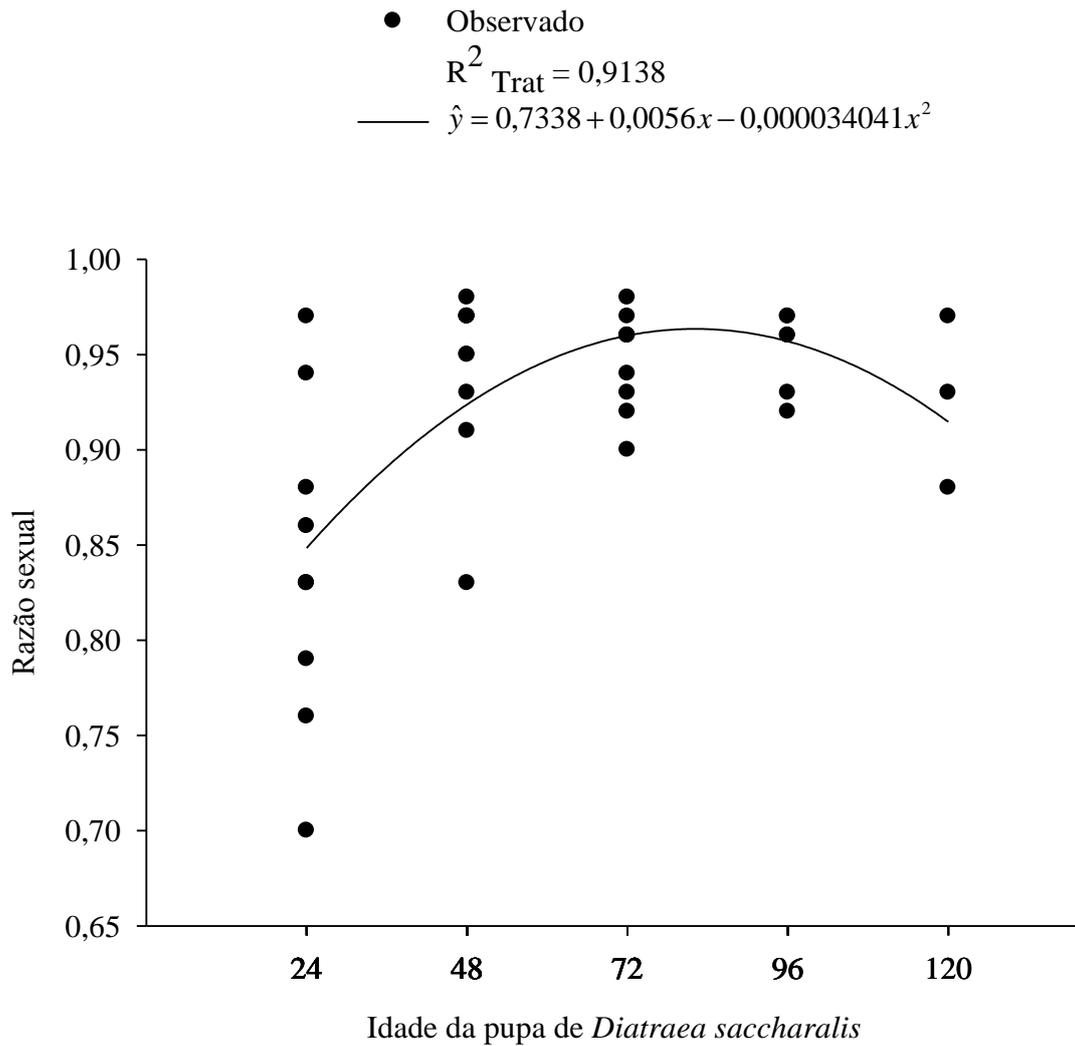


Figura 3. Razão sexual de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 12,4212$; $P= 0,0001$).

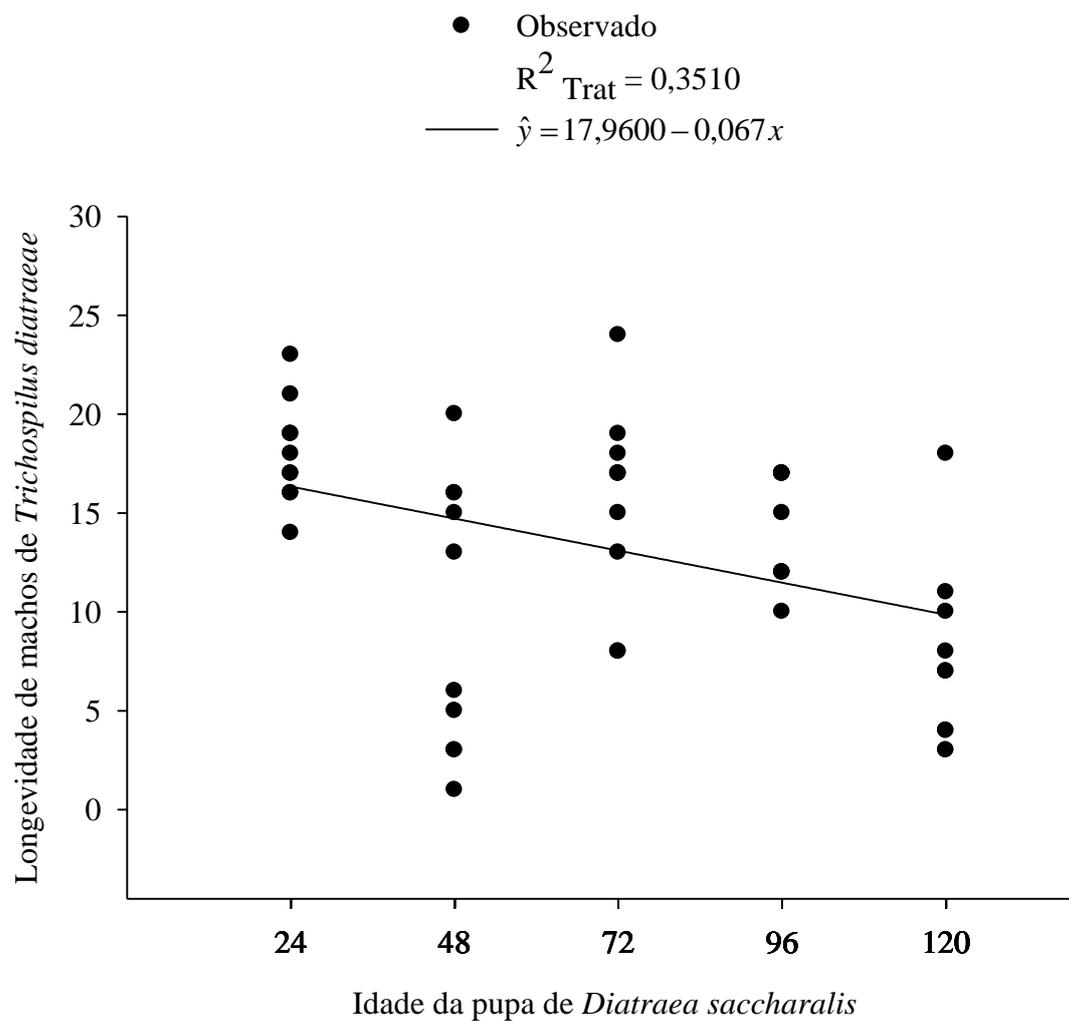


Figura 4. Longevidade de machos (em dias) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (F= 6,3739; P= 0,0028).

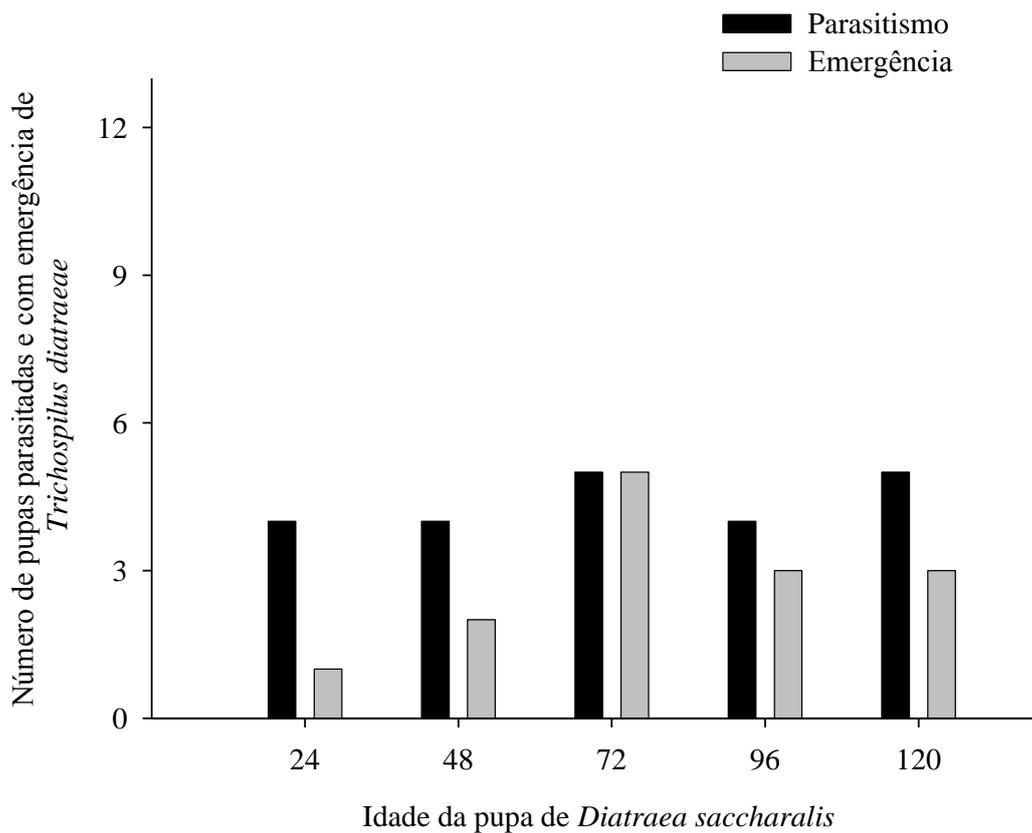


Figura 5. Número de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes idades parasitadas e com emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Parasitismo, $\chi^2 = 78,715$; $P > 0,05$; Emergência, $\chi^2 = 64,018$; $P > 0,05$).

CAPÍTULO 4

**Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)
com diferentes idades em pupa de *Diatraea saccharalis*
(Lepidoptera: Crambidae)**

PARASITISMO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) COM DIFERENTES IDADES EM PUPA DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO: *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide pupal que apresenta potencial para o controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da idade de fêmeas de *T. diatraeae* sobre o potencial de parasitismo e desenvolvimento da progênie em pupa de *D. saccharalis*. Sete fêmeas de *T. diatraeae* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro e expostas a pupas de *D. saccharalis* com 24 horas. O número de pupas parasitadas por *T. diatraeae* não foi influenciado pela idade do parasitoide. O maior número de pupas com emergência de *T. diatraeae* foi para aquelas parasitadas por fêmeas com 72 horas de idade. A progênie variou de $266,86 \pm 55,91$ (*T. diatraeae* de 120 horas) a $511,73 \pm 42,57$ indivíduos (*T. diatraeae* de 48 horas). A duração do ciclo de vida de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi maior para pupas parasitadas por fêmeas de 24 horas ($20 \pm 0,49$ dias) e menor em pupas parasitadas por *T. diatraeae* de 120 horas de idade ($17,29 \pm 0,36$ dias). A razão sexual, a longevidade de fêmeas e machos e a largura da cápsula cefálica de machos não foram influenciadas pela idade do parasitoide. Fêmeas com idade entre 24 e 120 horas parasitam pupas de *D. saccharalis*. O desenvolvimento de imaturos em pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* com 96 e 120 horas de idade pode ser prejudicado. Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas apresentaram maior sucesso reprodutivo em pupas de *D. saccharalis*.

Palavras-chave: broca-da-cana, idade de fêmeas, parasitoide pupal.

ABSTRACT: *Trichospilus diatraeae* Cherian and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a pupal parasitoid that has potential for biological control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). The objective of this work was to evaluate the effect of age of female *T. diatraeae* about the potential for parasitism and development of the offspring in pupae of *D. saccharalis*. Seven females of *T. diatraeae* 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age were isolated in glass tubes and exposed in contact with pupae of *D. saccharalis* with 24 hours. The number of pupae parasitized by *T. diatraeae* was not influenced by age of the parasitoid. The greatest number of pupae with emergence of *T. diatraeae* was parasitized by females for those 72 hours old. The progeny ranged from 266.86 ± 55.91 (*T. diatraeae* 120 hours) to 511.73 ± 42.57 individuals (*T. diatraeae* 48 hours). The duration of the life cycle of *T. diatraeae* pupae *D. saccharalis* parasitized pupae was higher for females for 24 hours (20 ± 0.49 days), and lowest in pupae parasitized by *T. diatraeae* 120 hours old (17.29 ± 0.36 days). The sex ratio, longevity of and female and male and head capsules of males was not influenced by age of the parasitoid. Females aged between 24 and 120 hours parasitize pupae of *D. saccharalis*. The development of immature pupae *D. saccharalis* parasitized by *T. diatraeae* with 96 and 120 hours age may be impaired. Females of *T. diatraeae* aged between 48 and 72 hours had higher reproductive success in pupae of *D. Saccharalis*.

Keywords: sugarcane borer, age of female, pupal parasitoids.

1. INTRODUÇÃO

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide pupal, com potencial para ser utilizado como alternativa de controle de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (PARON e BERTI FILHO, 2000; GRANCE, 2010), uma importante praga da cana-de-açúcar e que provoca danos significativos à cultura e consequentemente à produção de açúcar e álcool (GALLO et al., 2002).

O primeiro registro da ocorrência de *T. diatraeae* foi no hospedeiro *Diatraea venosata* Walker, 1863 (Lepidoptera: Crambidae) no sul da Índia (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942). No Brasil, esse parasitoide foi coletado no campo em pupas de Arctiidae (PARON e BERTI FILHO, 2000), *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2008), *Melanolophia consimilaria* (Walker, 1860) (Lepidoptera: Geometridae) (ZACHÉ et al., 2010a), *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (ZACHÉ et al., 2010b) e *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) (MELO et al., 2011).

A utilização de parasitoides como inimigos naturais no controle de pragas tem se mostrado uma alternativa promissora, devido a eficiência e aos baixos custos relativos (BARBOSA et al., 2008) comparados ao uso de inseticidas. Além do aumento da conscientização por práticas agrícolas com menor impacto ambiental, inclusive sobre os organismos não alvos (MOSCARDI et al., 2008). Entretanto, o sucesso da utilização desses insetos em criações massais, visando o controle biológico depende de conhecimentos básicos sobre a interação parasitoide-hospedeiro (PRATISSOLI et al., 2010).

Os parasitoides, assim como os demais organismos necessitam atingir a maturidade sexual para iniciar a reprodução e com isso é importante considerar a idade em que os parasitoides estão mais ativos e com maior capacidade reprodutiva (SILVA-TORRES et al., 2009).

O aumento da idade de fêmeas de parasitoides pode favorecer ou não o potencial biológico desses inimigos naturais (PERSAD e HOY, 2003; AMALIN et al., 2005, SILVA-TORRES et al., 2009) e muitas vezes reduzir o parasitismo (HARBISON et al., 2001), a produção de descendentes totais e a razão sexual da prole (COOPERBAND et al., 2003; GÜNDUZ e GÜLEL, 2005), com implicações

no sistema de criação massal e na seleção de indivíduos para liberações visando o controle biológico (PARRA et al., 2002; AMALIN et al., 2005). Além disso, a idade inadequada do parasitoide pode afetar a capacidade de busca por hospedeiros em condições de campo (SILVA-TORRES, et al. 2009; PEREIRA et al., 2010).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da idade de fêmeas de *T. diatraeae* sobre o potencial de parasitismo e desenvolvimento da progênie em pupa de *D. saccharalis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação do hospedeiro *D. saccharalis*: Pupas de *D. saccharalis* foram cedidas pela empresa Biosoluções (Dourados-MS) para o estabelecimento da criação em laboratório. Adultos desse lepidóptero (20 machos e 30 fêmeas) foram mantidos em gaiolas de PVC (10 x 22 cm) fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico. Essas gaiolas foram revestidas com folhas de papel sulfite umedecido, onde as fêmeas, após o acasalamento colocaram suas posturas. Após a eclosão, as lagartas de *D. saccharalis* foram colocadas em potes telados contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968), a base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais (Anexo C) onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas em gaiolas de PVC até a formação de adultos (PARRA, 2007).

Criação do parasitoide *T. diatraeae*: A criação de *T. diatraeae* no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico da UFGD iniciou-se em agosto de 2007 em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), cuja população inicial foi proveniente de pupas de *T. arnobia* e que estava sendo criada em pupas de *A. gemmatalis* em Viçosa, Minas Gerais.

Adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm) fechados com algodão e alimentados com uma gota de mel. Pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas

para manutenção da criação. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, até a emergência de adultos (PARON e BERTI FILHO, 2000; FÁVERO 2009).

Desenvolvimento experimental: Pupas de *D. saccharalis* com 24 horas de idade e com peso médio de 0,167 g foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* [número de indivíduos que conforme GRANCE (2010) garante condições de desenvolvimento de *T. diatraeae* satisfatórias] com 24, 48, 72, 96 ou 120 horas de idade. Cada relação (hospedeiro-parasitoides) foi acondicionada em tubos de vidro (14,0 x 2,5 cm) contendo uma gota de mel, e fechado com algodão. Pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Após este período, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas permaneceram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos de *T. diatraeae*.

As características biológicas avaliadas foram o número de pupas parasitadas (avaliação do número de pupas parasitadas por tratamento, descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro) (ABBOTT, 1925); o número de pupas com emergência; o número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie); a duração do ciclo de vida (ovo-adulto); a longevidade média em dias (para avaliação dessa variável foram selecionados ao acaso 20 fêmeas e 10 machos de *T. diatraeae* de cada tratamento, sendo esses parasitoides no dia de sua emergência, individualizados em tubos de vidro contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte); o tamanho da cápsula cefálica (para avaliação dessa variável foram escolhidos ao acaso em cada tratamento, 15 fêmeas e 15 machos de *T. diatraeae*, visando medir a largura da cápsula cefálica em ocular micrométrica) e a razão sexual (RS= número de fêmeas/ número de adultos) de *T. diatraeae*. O sexo dos parasitoides foi determinado de acordo com características morfológicas da antena e do abdome (PARON, 1999).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e os tratamentos foram representados pelas respectivas idades do parasitoide *T. diatraeae*: 24, 48, 72, 96 e 120 horas, em 12 repetições. O número de pupas parasitadas e de pupas com 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). Essa análise foi realizada com os dados originais que são não-paramétricos, representados por 0 (pupas não parasitadas e pupas sem emergência) e 1 (pupas com parasitismo e pupas com emergência). Os dados da duração do ciclo de vida, do número de parasitoides emergidos por pupa de *D. saccharalis* (progênie), da razão sexual, da longevidade e da largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade foi realizada a análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida a partir dos modelos linear e quadrático, com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e de regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade).

3. RESULTADOS

O número de pupas parasitadas foi semelhante entre os tratamentos ($\chi^2 = 9,6317$; $P > 0,05$), sendo observado parasitismo para todas as pupas expostas as fêmeas com idades de 24, 48, 72 e 120 horas. Contudo verificou-se diferença estatística no número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de *T. diatraeae* ($\chi^2 = 57,594$; $P = 0,024$) (Figura 1), e diferenças na progênie que foi maior para os tratamentos com parasitoides de 48 e 72 horas, ($511,73 \pm 42,57$ e $403,08 \pm 51,56$ indivíduos), respectivamente ($F = 3,6888$; $P = 0,0330$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,6243$) (Figura 2).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi maior para aquelas parasitadas por fêmeas de 24 horas ($20 \pm 0,49$ dias), e menor em pupas parasitadas por fêmeas de 120 horas de idade ($17,29 \pm 0,36$ dias) ($F = 29,3997$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,8827$) (Figura 3).

A razão sexual de *T. diatraeae* não foi afetada pela idade de fêmeas que parasitaram pupas de *D. saccharalis* ($P > 0,05$).

A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* que emergiram de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por fêmeas de diferentes idades foi semelhante ($P > 0,05$), com uma média geral nos tratamentos de $16,6 \pm 1,55$ e $11,72 \pm 0,82$ dias para fêmeas e machos, respectivamente.

A largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos não foi influenciada pela idade de fêmeas de *T. diatraeae* ($P > 0,05$).

4. DISCUSSÃO

A idade de fêmeas de *T. diatraeae* não afetou o número de pupas parasitadas. Tal característica é importante para possíveis liberações de *T. diatraeae* em campo visando o controle biológico dessa praga. Contudo, para o sucesso do controle biológico outros aspectos devem ser considerados, como a idade de fêmeas parasitoides em relação à capacidade de localização de hospedeiros em campo e o desenvolvimento desse parasitoide em pupas de *D. saccharalis* para criações em laboratório.

Por outro lado, embora fêmeas de *T. diatraeae* com idades acima de 96 horas consigam parasitar pupas de *D. saccharalis*, o desenvolvimento dos imaturos foi prejudicado. A explicação para esse fato é que, provavelmente os imaturos não conseguiram suprimir a imunidade do hospedeiro (STRAND e PECH, 1995; ANDRADE et al., 2010) verificando-se uma estreita relação com o decréscimo da atividade fisiológica de fêmeas parasitoides e a capacidade de parasitismo (UÇKAN e GÜLEL, 2002; PEREIRA et al., 2009), que pode ser devido à redução de substâncias injetadas durante a oviposição e/ ou ao menor número de ovos no interior do hospedeiro (ANDRADE, 2010).

Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas contribuíram para um maior número de pupas com emergência, e de indivíduos emergidos por pupa, o pode ser decorrente de uma maior produção de ovos pelas fêmeas desse parasitoide nessas idades. Essa hipótese é respaldada em um trabalho realizado por Andrade et al. (2011) com *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae), um parasitoide, cuja maturação de oócitos ocorre em toda a vida adulta do parasitoide com uma alta concentração de ovos após 48 horas.

O melhor desempenho biológico de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas se assemelha aos trabalhos de outros autores, conforme relatado a seguir: A maior taxa de emergência de *P. elaeisis* em pupas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758, (Lepidoptera: Bombycidae) foi proveniente de fêmeas desse parasitoide com 72 horas de idade e a progênie foi maior em pupas parasitadas por fêmeas com 72 horas (PEREIRA et al., 2009). Fêmeas de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Aphidiidae) mais jovens com até 24 horas de idade produziram menor número de descendentes em *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae), do que as fêmeas com idades entre 25 a 73 horas (PERSAD e HOY,

2003). Para liberação de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) no campo visando o controle da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) foram recomendados a utilização de parasitoides com idades entre 48 e 72 horas (SILVA-TORRES et al., 2009).

Apesar dos melhores resultados observados para pupas parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas, ressalta-se que em pupas parasitadas por fêmeas com 24 horas, também foram constatadas maior percentual de emergência de parasitoides, inclusive no total de progênie se comparada àquelas parasitadas por fêmeas com 96 e 120 horas de idade.

O ciclo de vida de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* reduziu com o aumento da idade do parasitoide. Provavelmente, devido à diminuição da qualidade nutricional do hospedeiro que pode ter resultado em competição intraespecífica (GODFRAY, 1994). Esse fato tende a contribuir para a rápida multiplicação desse parasitoide em laboratório visando possíveis liberações em campo, pois quanto menor a duração do ciclo de vida, maior o número de gerações e conseqüentemente maior quantidade de parasitoides poderão ser produzidos. Entretanto, essa característica não deve ser analisada separadamente das outras características biológicas, pois a utilização de fêmeas com idades acima de 96 horas não se justifica por afetar negativamente a emergência de *T. diatraeae*.

A idade de fêmeas de *T. diatraeae* não afetou a razão sexual de indivíduos que emergiram de pupas de *D. saccharalis*. A proporção de fêmeas é maior que a de machos em *T. diatraeae*. Essa é uma das características que permite multiplicar com mais facilidade esse parasitoide em laboratório (AMALIN et al., 2005; PEREIRA et al., 2009), além de ser benéfica em programas de controle biológico, pois os machos não contribuem para a redução da praga pelo parasitismo (DIAS et al., 2008).

A longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* não foi influenciada pela idade de fêmeas de *T. diatraeae*. A maior longevidade de fêmeas em parasitoides implica em indivíduos com tempo maior para procurar e parasitar ovos dos seus hospedeiros em campo, o que contribui para o aumento da sua população e da eficácia no controle de surtos posteriores de pragas (PRATISSOLI et al., 2007). Entretanto, deve-se conhecer a capacidade total de parasitismo, pois se esta for concentrada nos primeiros dias, não haverá necessidade de indivíduos mais longevos em campo, assim, a longevidade pode não ser tão importante (DIAS et al., 2008).

A largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* que emergiram de pupas de *D. saccharalis* não foi afetada pela idade de fêmeas durante o parasitismo dessas pupas. Ressalta-se, que geralmente as fêmeas dessa espécie apresentam maior largura de cápsula cefálica do que os machos. E na maioria das vezes, fêmeas maiores têm maior potencial reprodutivo do que fêmeas menores dentro de uma população (HOHMANN e LUCK, 2004; SILVA-TORRES et al., 2003) e machos maiores maior longevidade e conseqüentemente maior sucesso no acasalamento (SAGARRA et al., 2001; GRANCE, 2010).

A escolha de fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas podem contribuir para a melhoria das criações desse parasitoide em laboratório. Contudo, a faixa etária pode incluir fêmeas com 24 horas, por ser mais favorável para liberações desse parasitoide em campo visando o controle biológico de *D. saccharalis*, pois nessa idade as fêmeas de *T. diatraeae* apresentam maturidade reprodutiva e podem ter mais tempo para localizar o hospedeiro.

5. CONCLUSÕES

Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 24 e 120 horas parasitam pupas de *D. saccharalis*.

O desenvolvimento de imaturos em pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* com 96 e 120 horas de idade pode ser prejudicado.

Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas apresentaram maior sucesso reprodutivo em pupas de *D. saccharalis*.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos cedidos a execução deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

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

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

ANDRADE, G. S. **Influência dos parasitoides *Palmistichus elaeisis* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) na imunidade celular de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 73 f. Tese (Doutorado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa-MG.

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS ONE**, v. 5, p. 1-7, 2010.

ANDRADE, G. S.; SOUSA, A. H.; SANTOS, J. C.; CASTO, F.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Oogenesis pattern and type of ovariole of the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (Aceito para publicação em 2011).

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

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.

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

DIAS, N. da S.; PARRA, J. R. P.; LIMA, T. C. da C. Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de tricogramatídeos neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1467-1473, 2008.

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

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. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

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

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

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

HENSLEY, S. D.; HAMMOND, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal Economy Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

HOHMANN, C. L.; LUCK, R. F. Effect of host availability and egg load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and its consequences on progeny quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 413-422, 2004.

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

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

MOSCARDI, V. F.; MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; LASMAR, O. Efeito residual de inseticidas sintéticos sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) em diferentes gerações. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 177-182, 2008.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

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

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de Lepidoptera.** 1999. 57 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

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

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; OLIVEIRA, H. N. de; FÁVERO, K.; GRANCE, E. L. V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 2009.

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

PERSAD, A. B.; HOY, M. A. Manipulation of female parasitoid age enhances laboratory culture of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) reared on *Toxoptera citricida* (Hemiptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, v. 86, p. 429-436, 2003.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; PEREIRA, C. L. T.; FURTADO, I. S. de A.; COCHETO, J. G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 286-290, 2007.

PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **IDESIA**, v. 28, p. 39-42, 2010.

SAGARRA, L. A.; VICENT, C., STEWART, R. K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, p. 363-367, 2001.

STRAND, M. R.; PECH, L. L. Immunological basis for compatibility in parasitoid-host relationships. **Annual Review Entomology**, v. 40, p. 31-56, 1995.

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

SILVA-TORRES, C. S. A.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de *Oomyzus*

sokolowskii Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 512-519, 2009.

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

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

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. C.; SOLIMAN, E. P.; SAN ROMÁN, L. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un nuevo parasitoide de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). **IDESIA**, v. 28, p. 111-114, 2010 b.

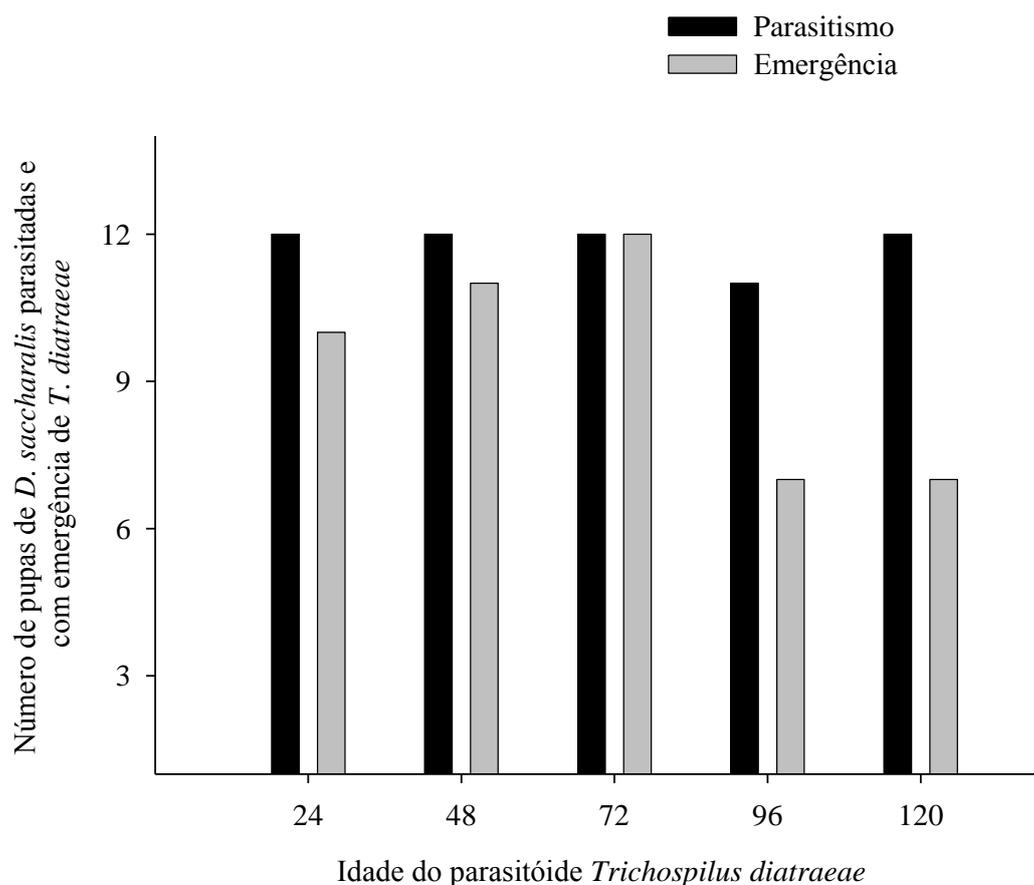


Figura 1. Número de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) parasitadas por fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes idades e número de pupas com emergência do parasitoide. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Parasitismo, $\chi^2 = 9,6317$; $P > 0,05$) e (Emergência, $\chi^2 = 57,594$; $P = 0,024$).

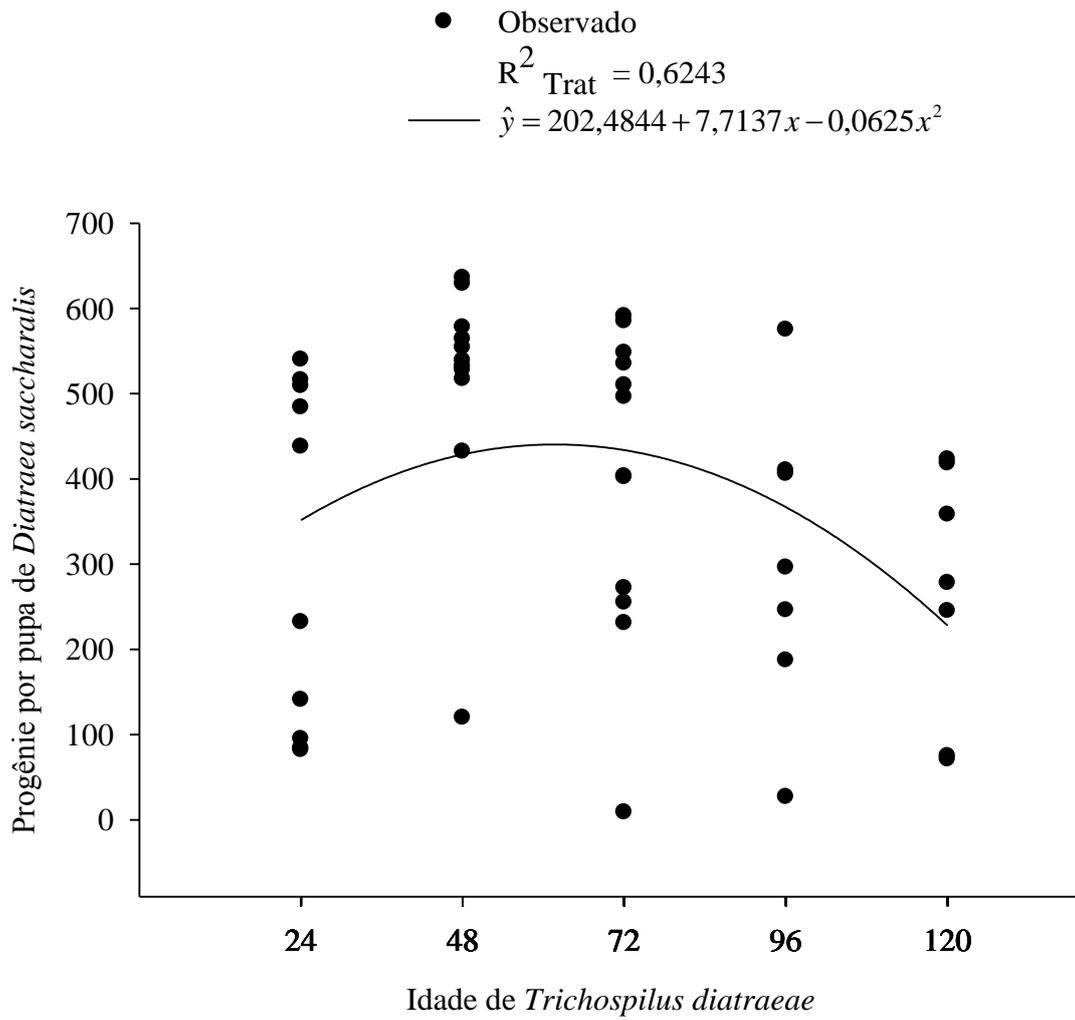


Figura 2. Progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) parasitadas por fêmeas de diferentes idades. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 3,6888$; $P= 0,0330$).

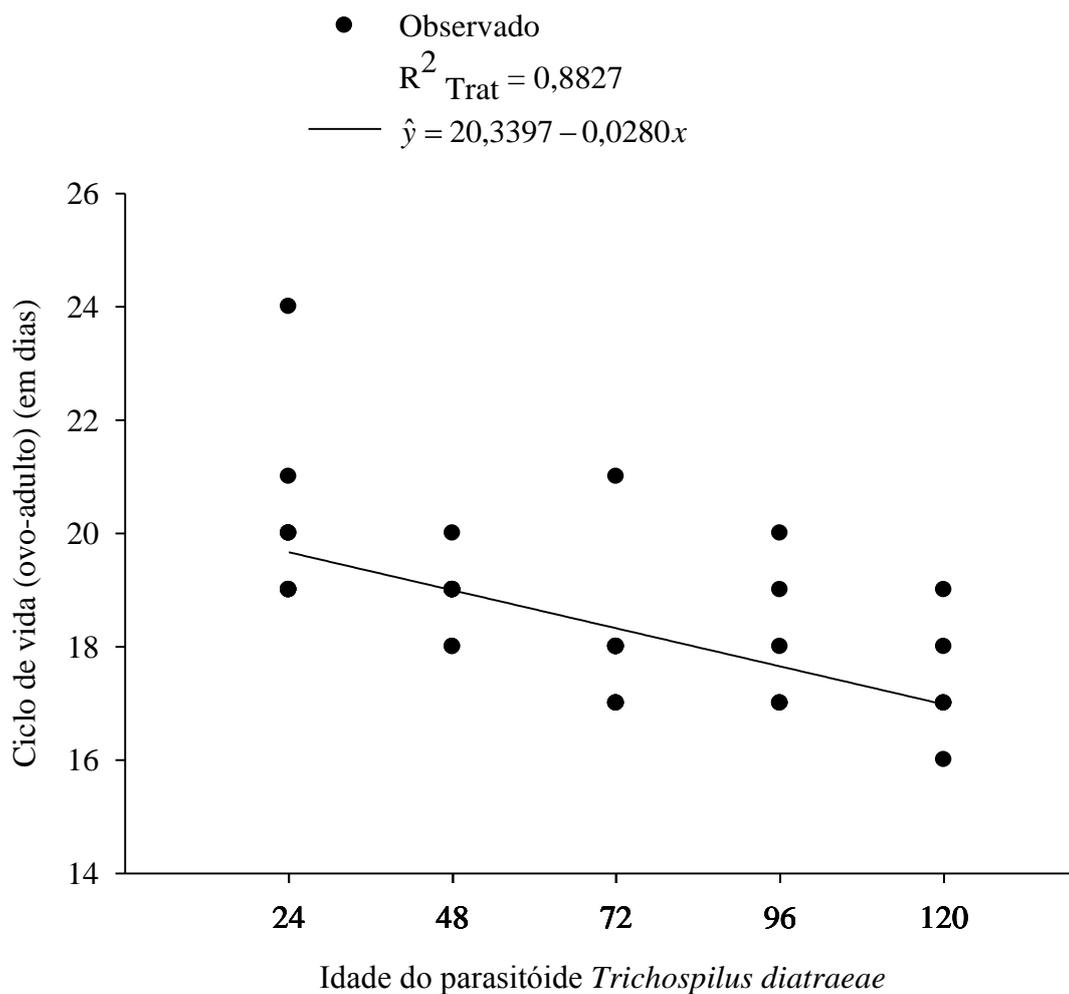


Figura 3. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) parasitadas por fêmeas de diferentes idades. Temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 29,3997$; $P= 0,0001$).

CONCLUSÕES GERAIS

Trichospilus diatraeae pode ser criado no hospedeiro alternativo *T. molitor* por três gerações, sem comprometer seu desempenho reprodutivo ao ser criado posteriormente no hospedeiro natural *D. saccharalis*.

A progênie de *T. diatraeae* foi diretamente proporcional ao aumento do peso de pupas do hospedeiro *D. saccharalis*.

O intervalo de peso de pupas de *D. saccharalis* entre 0,160 g e 0,220 g proporcionou a maior produção de descendentes de *T. diatraeae*.

A longevidade de adultos de *T. diatraeae* reduziu para indivíduos emergidos de pupas com peso superior a 0,180 g.

A idade do hospedeiro *D. saccharalis* não afeta o parasitismo de *T. diatraeae*, mas pupas com mais de 96 horas de idade podem prejudicar o desenvolvimento do parasitoide.

Pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 72 horas de idade são mais adequadas para a criação do parasitoide *T. diatraeae* em laboratório.

Fêmeas de *T. diatraeae* não discriminam para a oviposição, pupas de *D. saccharalis* com idades entre 24 e 120 horas.

Fêmeas com idades entre 24 horas e 120 horas parasitam pupas de *D. saccharalis*.

O desenvolvimento de imaturos em pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* com 96 e 120 horas de idade pode ser prejudicado.

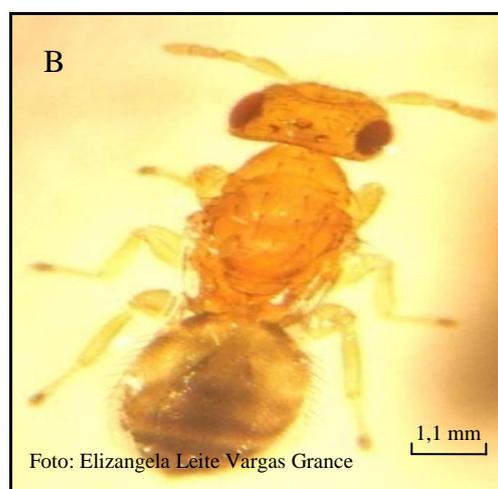
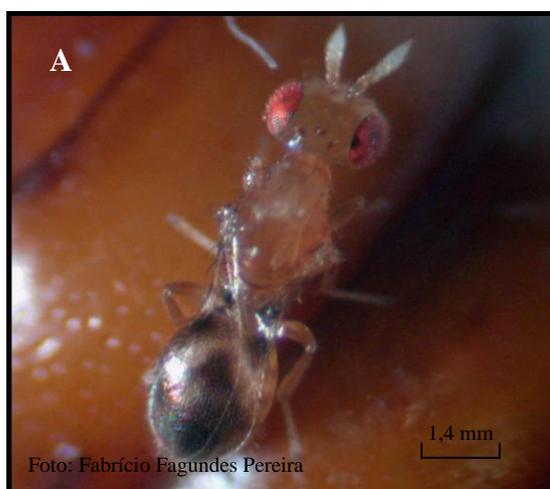
Fêmeas de *T. diatraeae* com idades entre 48 e 72 horas apresentaram maior sucesso reprodutivo em pupas de *D. saccharalis*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas nesta tese podem contribuir para o aprimoramento da técnica de criação de *T. diatraeae*, visando à obtenção desse parasitoide para a realização de estudos científicos ou para o estabelecimento de criações massais, caso o mesmo venha a ser utilizado em Programas de Controle Biológico.

Pesquisas como capacidade de localização do hospedeiro, número de pontos de liberação, influência de fatores bióticos e abióticos precisam ser realizadas para que *T. diatraeae* possa ser utilizado como agente de controle biológico de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar.

ANEXOS



ANEXO A. Fêmea de *Trichospilus diatraeae* (A); Macho de *T. diatraeae* (B).



ANEXO B. Larvas (imatuos) de *Trichospilus diatraeae* (A); Pupas (imatuos) de *T. diatraeae* (B).

ANEXO C. Dieta de Hensley e Hammond (1968) modificada para a criação de lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Ingredientes	Quantidades*	Finalidade
Água destilada	3800 ml	Solvente
Açúcar	205,0 g	Carboidrato
Farelo de soja	300,0 g	Proteína
Germe de trigo	150,0 g	Protéina
Levedura de cana	225,0 g	Proteína
Ácido ascórbico	8,0g	Vitamina
Sais de Wesson	15,0 g	Vitamina
Cloreto de colina	2,0 g	Vitamina
Solução vitamínica*	40,0 ml	Complexo vitamínico
Vita Gold	3,0ml	Complexo vitamínico
Wintomylon	1 comprimido	Anticontaminante
Tetraciclina	1 comprimido	Anticontaminante
Formol	6,0 ml	Anticontaminante
Caragenato	65,0 g	Espessante

* Quantidade de ingredientes para 12 frascos de vidro (capacidade para 500 ml).

APÊNDICE



APÊNDICE A. Distribuição das pupas de *Diatraea saccharalis* na placa de Petri, para posterior liberação de uma fêmea de *Trichospilus diatraeae*, visando a observação do comportamento do parasitoide, na presença simultânea de pupas com diferentes idades.