

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

**POTENCIAL DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

ELIZANGELA LEITE VARGAS GRANCE

DOURADOS-MS
(FEVEREIRO/2010)

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

**POTENCIAL DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

ELIZANGELA LEITE VARGAS GRANCE

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

DOURADOS-MS
(FEVEREIRO/2010)

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

**POTENCIAL DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

ELIZANGELA LEITE VARGAS GRANCE

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira

Co-orientador: Honório Roberto dos Santos

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

DOURADOS-MS
(FEVEREIRO/2010)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central -, UFGD

595.796 Grance, Elizangela Leite Vargas
G749p Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera :
Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera
: Crambidae) em cana-de-açúcar. / Elizangela Leite Vargas
Grance. – Dourados, MS : UFGD, 2010.
53f.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Co-orientador: Honório Roberto dos Santos
Dissertação (Pós-Graduação em Entomologia e Conservação
da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Inseto nocivo - Controle biológico. 2. Parasitóide pupal. 3.
Densidade de parasitóides. 4. Hospedeiros (Entomologia). –
Localização. 5. Parasitismo (Entomologia). 6. Cana-de-açúcar –
Pragas. I. Título.

“POTENCIAL DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARA O CONTROLE DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR”

Por

ELIZANGELA LEITE VARGAS GRANCE

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

Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador – UFGD

Prof. Dr. Crébio José Ávila
Membro Titular Embrapa/CPAO

Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular Embrapa/CPAO

A Deus,
luz da minha vida.

Aos meus pais Rene (*in memoriam*) e Margarida,
pela dedicação e incentivo.

À minha amada família, Ramão e Gabriel,
por todo amor, apoio e confiança.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados, pelas instalações e toda infraestrutura cedida para a realização deste trabalho.

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

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira, pelos valiosos ensinamentos, por sua paciência e exemplo profissional, pela dedicação e entusiasmo na orientação dos experimentos, além da amizade.

Ao Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos, pelos preciosos ensinamentos, pelo exemplo de humanidade e caráter.

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

Aos colegas do Mestrado em Entomologia, pela convivência.

Às amigas, Ana Beatriz Rigueti Zanardo, Gabriela de Azambuja Miranda e Maria da Graça Cardoso Pereira, pela companhia, pelos conhecimentos compartilhados, pela confiança e amizade verdadeira.

Às amigas Daniele Fabiana Glaeser e Vanessa Rodrigues Ferreira Calado, pela preciosa ajuda na contagem e separação dos parasitóides, pelo eficiente auxílio na condução do experimento de campo, principalmente pela animadora, divertida e inestimável companhia.

À amiga Kellen Fávero, pelo auxílio na condução dos experimentos no laboratório, pelas contribuições, pelos divertidos e produtivos bate-papos.

Aos demais membros da equipe do Laboratório de Entomologia, Maikon Alex Barbosa Santos, Fabricio Correia de Oliveira, Roberto Augusto Chichera, Maria Adriana Torqueti, Enrico Mettifogo e Tárík Caseiro, pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

Ao amigo Patrik Luiz Pastori, pela eficiência no campo, pela amizade, pela generosidade e valiosas sugestões.

À técnica Janete Pezarine Greff de Lima pela colaboração e amizade.

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

Aos funcionários da Fazenda Experimental, Jesus Felizardo de Souza, Delmar Marques do Amaral, Dalva Moraes Rodrigues do Amaral e Sebastião Laurindo, pelo suporte, pela recepção amistosa, pela ajuda nas atividades de campo, pela atenção e convívio agradável.

Ao meu esposo, Ramão Espinosa Grance, pela enorme paciência, pelo aconchego, pelo apoio e compreensão, pelo incentivo, por me acompanhar nos finais de semana e feriados à faculdade e à fazenda durante a realização dos experimentos.

Ao meu adorado filho, Gabriel Vargas Grance, pelo grande amor, por proporcionar tantas alegrias, inspiração e ânimo, pela compreensão durante a minha ausência.

Às amigas Giane Lopes Bérnago Missirian, Rose Moutinho Braga e Simone Estigarribia de Lima, pelas conversas, pelo carinho, incentivo e pela colaboração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

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

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, minha infinita gratidão.

CONTEÚDO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	7
REFERÊNCIAS.....	8

Densidade de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	11
Resumo.....	12
Abstract.....	12
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	14
Resultados.....	15
Discussão.....	16
Conclusões.....	19
Agradecimentos.....	19
Referências.....	19

Parasitismo de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) na presença de lagartas e fezes de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	29
Resumo.....	30
Abstract.....	30
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	32
Resultados.....	33
Discussão.....	34
Conclusões.....	36
Agradecimentos.....	36
Referências.....	36

Número de fêmeas de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	42
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Resultados.....	45
Discussão.....	46
Conclusões.....	47
Agradecimentos.....	48
Referências.....	48
CONCLUSÕES GERAIS.....	53

RESUMO GERAL

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide gregário, principalmente de pupas de Lepidoptera. O sucesso de um programa de controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) utilizando *T. diatraeae* depende de estudos em laboratório e campo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de *T. diatraeae* para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar. Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia e na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Inicialmente, foi estudado o desenvolvimento de *T. diatraeae*, com diferentes números de fêmeas desse parasitóide em pupas de *D. saccharalis*. Para isso, pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae*, nas densidades 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 35:1, parasitóide-hospedeiro, respectivamente. A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* foi de 100%, respectivamente, em todas as densidades de fêmeas desse parasitóide. A duração do ciclo de *T. diatraeae* foi de $19,25 \pm 0,22$ dias na densidade de 1:1 e de $17,00 \pm 0,00$ dias na densidade de 35:1. A progênie por pupa variou de $106 \pm 12,38$ a $514,67 \pm 54,55$ descendentes por pupa, nas densidades de 1:1 e 35:1, respectivamente. A razão sexual diminuiu com o aumento da densidade, variando entre $0,97 \pm 0,01$ e $0,89 \pm 0,01$ nas densidades de 1:1 e 35:1, respectivamente. As porcentagens de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* não foram influenciadas pelas densidades de fêmeas do parasitóide. As densidades de 14 a 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é a ideal para criação desse parasitóide em condições de laboratório. Posteriormente, foi avaliado o comportamento de parasitismo de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* na presença de lagartas e fezes desse hospedeiro em colmos de cana-de-açúcar. Pupas de *D. saccharalis* foram introduzidas em colmos de cana-de-açúcar. Após a fixação das pupas, cada colmo foi colocado dentro de garrafas plásticas transparentes, nas quais foram liberadas 21 fêmeas de *T. diatraeae*. No tratamento em que se utilizou lagartas, foram feitos dois orifícios no colmo, em um introduziu-se a pupa e no outro a lagarta. Para o tratamento com fezes do hospedeiro, introduziu-se a pupa de *D. saccharalis* e posteriormente colocou-se fezes próximo ao orifício. *T. diatraeae* encontrou e parasitou pupas de *D. saccharalis*, introduzidas nos colmos de cana-de-açúcar. A porcentagem de parasitismo de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* foi de 50%, 83,33% e 16,66% quando se utilizou apenas a pupa desse hospedeiro, pupa e lagarta, pupa e fezes, respectivamente. A presença de lagarta

de *D. saccharalis* nos colmos favoreceu a localização da pupa desse lepidóptero pelo parasitóide, o que aumentou o percentual de parasitismo. No último estudo estimou-se o número de fêmeas de *T. diatraeae* para o controle de *D. saccharalis* em plantas de cana-de-açúcar. Em cada planta de cana foram selecionados três colmos, nos quais foi feito um orifício, para introduzir uma pupa de *D. saccharalis*. Após a fixação das pupas, cada planta de cana-de-açúcar foi envolvida, individualmente, por uma gaiola, sendo posteriormente liberadas, 84, 168, 336, 672, 1344 e 2688 fêmeas de *T. diatraeae*, representando proporções de 28, 56, 112, 224, 448 ou 896 parasitóides por pupa de *D. saccharalis*. *T. diatraeae* encontrou e parasitou as pupas de *D. saccharalis* distribuídas nas plantas de cana-de-açúcar. O número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* apresentou acréscimo com o aumento da proporção de 28 para 56 e tendência de estabilidade nas demais proporções. A densidade de 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é a indicada para a liberação deste parasitóide em plantios comerciais de cana-de-açúcar, considerando as condições metodológicas e ambientais que este trabalho foi desenvolvido.

ABSTRACT

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a gregarious parasitoid mainly from Lepidoptera pupae. The outcome of a biological control program from *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) using *T. diatraeae* depends on laboratory and field studies. This work aimed to evaluate the potential of *T. diatraeae* for controlling *D. saccharalis* in sugar cane. This research was carried out in the Entomology Laboratory and on the Experimental Farm from Universidade da Grande Dourados (UFGD). First, the development of *T. diatraeae*, with different number of females from this parasitoid in *D. saccharalis* pupae, was studied. For this, *D. saccharalis* pupae were exposed to the parasitism through *T. diatraeae* females, on the densities of 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 and 35:1 (parasitoid-host), respectively. The percentage of *T. diatraeae* parasitism and emergence on *D. saccharalis* pupae was 100% respectively, in all the female densities of this parasitoid. The cycle length of *T. diatraeae* was 19.25 ± 0.22 days on 1:1 density and 17.00 ± 0.00 days on 35:1 density. The progeny by pupa varied from 106 ± 12.38 a 514.67 ± 54.55 offsprings by pupa, on 1:1 and 35:1 densities, respectively. The sexual ratio diminished with the density increase, varying between 0.97 ± 0.01 and 0.89 ± 0.01 , on 1:1 and 35:1 densities, respectively. The percentages of *T. diatraeae* parasitism and emergence on *D. saccharalis* pupae were not influenced by the female densities of the parasitoid. The densities of 14 and 21 *T. diatraeae* females by *D. saccharalis* pupa are the ideal ones for the formation of this parasitoid on laboratory conditions. After this, the parasitism behavior of *T. diatraeae* on *D. saccharalis* pupae was evaluated on the presence of caterpillars and feces of this host in stalks of sugar cane. *D. saccharalis* pupae were inserted in sugar cane stalks. After pupae fixing, each stalk was put into transparent plastic bottles, on which 21 *T. diatraeae* females were released. On the treatment in which the caterpillars were used, two vents were made on the stalk; in one of them the pupa was inserted and on the other, the caterpillar. For the treatment with the host feces, *D. saccharalis* pupae was inserted and later, feces were put near the vent. *T. diatraeae* met and became a parasite of *D. saccharalis* pupae, inserting them in the sugar cane stalks. The percentage of *T. diatraeae* parasitism on *D. saccharalis* pupae was 50%; 83.33% and 16.66% when it was only used the pupa of this host; pupa and caterpillar; pupa and feces, respectively. The presence of *D. saccharalis* caterpillar in the stalks favored to locate the pupa of this lepdopteraeae through the parasitoid, which increased the parasitism percentage. On the last study, it was valued the number of *T.*

diatraeae females for controlling *D. saccharalis* in sugar cane plants. On each plant , three stalks were selected and a vest was made in each one to insert a *D. saccharalis* pupae. After pupae fixing, each plant of sugar cane was individually covered with a cage and later, 84, 168, 336, 672, 1344 and 2688 females of *T. diatraeae* were released, representing proportions of 28, 56, 112, 224, 448 or 896 parasitoids by pupa of *D. saccharalis*. *T. diatraeae* met and became a parasite from *D. saccharalis* pupae, which were allotted on the sugar cane plants. The number of *D. saccharalis* pupae living on *T. diatraeae* females presented an addition with an increase on the proportion of 28 to 56 and tended to stabilize on the other proportions. The density of 56 *T. diatraeae* females by *D. saccharalis* pupae is the designated one for the releasing of this parasitoid in commercial cultures of sugar cane, considering the methodological and environmental conditions on which this work was developed.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar, *Saccharum* spp. Cronquist, 1981 possui grande importância econômica devido a sua utilização na alimentação animal e como matéria prima para a fabricação do açúcar, álcool e aguardente (PEREIRA, 2008). Atualmente o Brasil possui um cenário promissor para a indústria canavieira, pois, o país produz e exporta açúcar e etanol (SEGATO et al., 2006; SMEETS et al., 2008). No Mato Grosso do Sul, essa cultura teve expansão de 34,4% na área plantada e 39,5% na produção no Estado, no ano de 2009 (IBGE, 2009), se tornando uma das culturas mais significativas do Estado.

Extensas áreas cultivadas com cana-de-açúcar em várias regiões brasileiras propiciam o ataque de diversas pragas, com destaque para *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), a broca-da-cana (PINTO et al., 2006). Esse lepidóptero apresenta desenvolvimento holometábolo (ovo, larva, pupa e adulto), a fêmea realiza a postura na face dorsal das folhas da cana de forma imbricada (GALLO et al., 2002), sendo o número médio de ovos por massa igual a 12 (LIMA FILHO e DE LIMA, 2001). A eclosão se dá de quatro a nove dias, dependendo da temperatura, e as lagartas no primeiro instar alimentam-se inicialmente do parênquima foliar, convergindo posteriormente para a bainha e, após a primeira ecdise, penetram no colmo pela sua parte mais tenra (GALLO et al., 2002).

As larvas de *D. saccharalis*, ao se alimentarem do colmo, podem causar danos diretos por meio da abertura de galerias ocasionando perda de peso e na cana nova pode causar o “coração morto” (GALLO et al., 2002). Os danos indiretos são causados por microorganismos que invadem o entrenó através do orifício aberto pela lagarta, tais microorganismos, sendo predominantes os fungos *Fusarium moliniforme* e/ou *Colletotricum falcatum*, que invertem a sacarose armazenada na planta, provocando perdas pelo consumo de energia no metabolismo de inversão e pelo fato de os açúcares resultantes desse desdobramento (glicose e levulose) não se cristalizarem no processo industrial (BOTELHO e MACEDO, 2002; PINTO et al., 2006).

Vários predadores e microorganismos entomopatogênicos (fungos e vírus-da-granulose) são inimigos naturais da broca-da-cana. Dentre os predadores, ocorrem algumas formigas dos gêneros *Solenopsis*, *Dorymyrmex*, *Pheidole* e *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae); joaninhas *Colleomegilla maculata* DeGeer, 1775 e

Cycloneda sanguinea (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinelidae) e tesourinhas do gênero *Doru* (Dermaptera: Forficulidae) (PINTO et al., 2006).

Vários estudos e técnicas foram desenvolvidos com parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *D. saccharalis* (BOTELHO et al., 1995; BOTELHO et al., 1999; LIMA FILHO e DE LIMA, 2001; PINTO et al., 2003; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2007). O controle biológico, por meio de liberações inundativas deste parasitóide apresenta a vantagem de poder reduzir a população da praga, antes que algum dano seja causado à cultura (BOTELHO et al., 1995).

O parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) é outro inimigo natural da broca, muito utilizado no Brasil (PINTO et al., 2006). Além dos parasitóide das fases de ovo e larva, *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal preferencialmente da ordem Lepidoptera, o qual tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas em culturas de grande importância como: cana-de-açúcar, milho e algodão em países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976).

No Brasil, o primeiro registro de *T. diatraeae* foi de indivíduos obtidos de uma pupa de Arctiidae, coletada no campus da ESALQ em 1996, (Piracicaba, São Paulo) (PARON e BERTI FILHO, 2000). Em 2001, foram encontradas pupas de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) parasitadas por *T. diatraeae*, em plantios de gravioleira no município de Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Esse parasitóide também foi coletado em pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em plantio de eucalipto de Viçosa, Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008). Atualmente tem sido estudado em Dourados, Mato Grosso do Sul, como um inimigo natural com potencial para ser utilizado no controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar.

Muitas espécies da família Eulophidae têm sido estudadas e utilizadas com sucesso em programas de controle biológico (NOYES, 2003). Entre essas espécies, soma-se *T. diatraeae*, um promissor inimigo natural da broca-da-cana-de-açúcar (FÁVERO, 2009). O potencial de agentes para o controle biológico pode ser avaliado de várias formas, entre elas, a resposta funcional, que mede a taxa de parasitismo em função da densidade do hospedeiro e fornece parâmetros comportamentais envolvidos no processo de parasitismo, permitindo realizar comparações e estimativas, que poderão

indicar o potencial de sucesso do agente estudado (FARIA et al., 2000; ROUSSE et al., 2009).

Um dos fatores do insucesso de algumas liberações de parasitóides para o controle de pragas, pode estar associado à não adequação da proporção de parasitóides liberados em relação à densidade de hospedeiros presentes em um agroecossistema (PARON et al., 1998), pois o número de fêmeas por hospedeiro afeta a capacidade de parasitismo (SAMPAIO et al., 2001). Além disso, a eficiência de um parasitóide pode estar relacionada à sua capacidade de encontrar o hospedeiro no campo (SILVA-TORRES et al., 2009).

As liberações em massa de agentes de controle biológico deve ser precedida por estudos de laboratório, acompanhadas de ensaios de semi-campo e campo (SMITH, 1996; MILLS et al., 2000), pois os resultados obtidos nestes estudos são importantes para avaliar variáveis que possam ser manipuladas, visando o sucesso do controle biológico (FARIA et al., 2000).

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

Eulophidae é a maior família de Chalcidoidea, com 4.472 espécies descritas em 297 gêneros (NOYES, 2003). Em um grupo tão grande, diversos hábitos de vida ocorrem em Eulophidae, parasitam ovos, larvas, pupas ou adultos; podem ser endoparasitóides ou ectoparasitóides; primários ou hiperparasitóides; solitários ou gregários; idiobiontes, cenobiontes; especialistas ou generalistas (GAUTHIER et al., 2000). Apesar do grau de especificidade ser variável, Eulophidae é a terceira família de Chalcidoidea mais utilizada no controle biológico (NOYES, 2003).

Trichospilus Ferrière, 1930 é um pequeno gênero da família Eulophidae e tribo Eulophine, com oito espécies (UBAIDILLAH, 2006). Das oito espécies desse gênero, três (*Trichospilus boops* Bouček; *Trichospilus ferrierei* Bouček; *Trichospilus vorax* Bouček) foram encontradas somente na África e uma (*Trichospilus lutelineatus* Zhejiang) na China (BOUCEK, 1976). Duas novas espécies, *Trichospilus striatus* Ubaidillah e *Trichospilus politus* Ubaidillah foram descritas para Java e Sulawesi, Indonésia (UBAIDILLAH, 2006). *Trichospilus pupivora* Ferrière ocorre amplamente nas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo (BOUCEK, 1976; BENNETT et al., 1987).

Trichospilus diatraeae foi descrita por Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), que utilizou exemplares emergidos de pupas de *Diatraea venosata* Walker (Lepidoptera: Crambidae) provenientes do sul da Índia. Os adultos de *T. diatraeae* diferem de *T. pupivora*, espécie-tipo, por serem mais claros e mais largos, além de distinguirem-se também na medida dos artículos antenais, na escultura do escutelo, na variação do número e na disposição de espinhos e nos tufo de cerdas nas asas (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942). Outras características morfológicas incluem: gáster com uma ampla ranhura central e pequenas cerdas marginais; tufo de cerdas nas asas anteriores, próximo ao estigma (BOUCEK, 1976).

A caracterização dos imaturos de *T. diatraeae* foi estudada por meio da dissecação de pupas parasitadas de *D. saccharalis*. Os ovos desse parasitóide têm em média 0,2mm de comprimento, são hialinos, sem esculturações e alongados nas extremidades. O período de incubação dura aproximadamente 24 horas. As larvas de 1 e 2 dias têm em média 0,35mm de comprimento, apresentam cutícula transparente, tornando-se esbranquiçada no estágio seguinte, com segmentação do corpo bem definida. O estágio larval nesse hospedeiro dura de 7 a 8 dias. A pré-pupa tem em média 2,3 mm de comprimento é branca e tem cabeça, tórax e abdome bem definidos. O período de pré-pupa e pupa duram de 9 a 10 dias, respectivamente. A pupa recém formada apresenta apêndices alares e olhos que são inicialmente de coloração rosácea e, posteriormente, tornam-se vermelhos (PARON, 1999).

Os adultos de *T. diatraeae* são de coloração castanho amarelado e tem 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 (PARON, 1999).

O aparelho bucal das fêmeas de *T. diatraeae* apresenta mandíbulas mais desenvolvidas que dos machos. As mandíbulas possuem denticulos mandibulares maiores e músculos mandibulares fortes nas fêmeas, pois elas que fazem o orifício para emergirem do hospedeiro. Desta maneira, se não houver fêmeas dentro do hospedeiro os machos não emergem e morrem (BOUNIER, 1975).

Trichospilus diatraeae é um parasitóide polífago, gregário, sendo principalmente primário (BOUCEK, 1976; BOUNIER, 1975). A reprodução é por partenogênese arrenótoca, quando não há cópula. No caso de reprodução sexuada a proporção de machos é muito baixa (BOUNIER, 1975).

Há registros de *T. diatraeae* parasitando pupas de várias espécies de Lepidoptera. Esse parasitóide foi multiplicado no hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) para ser utilizado no controle de noctuídeos pragas de algodão em Madagascar na África (BOURNIER, 1975). *T. diatraeae* foi encontrado parasitando *Chilo sacchariphagus sacchariphagus* (Bojer, 1856) e *Sesamia calamistis* Hampson, 1910 (Lepidoptera: Noctuidae) na Ilhas Maurício e Reunião (Oceano Índico), entre 1963 a 1965 (BOUCEK, 1976). Na Índia, foi registrado parasitando *Hypsipyla robusta* Moore, 1886 (Lepidoptera: Pyralidae), *Sesamia inferens* Walker, 1856 (Lepidoptera: Noctuidae), *Sylepta derogata* Fabricius, 1775 (Lepidoptera: Pyralidae), *Pyrausta machaeralis* Walker (Lepidoptera: Crambidae), *Scirpophaga incertulas* Walker, 1863 (Lepidoptera: Pyralidae) e *Chilo sacchariphagus indicus* Kapur (Lepidoptera: Crambidae) e em Burma foi coletado em pupas de *Pyrausta machaeralis* Walker (Oriente Médio) (BOUCEK, 1976).

No Texas (EUA) foram realizados testes de laboratório com objetivo de determinar a suscetibilidade da broca-do-milho, *Diatraea lineolata* Walker, 1856 (Lepidoptera: Pyralidae), a alguns parasitóides, entre eles *T. diatraeae*, que apresentou 100% de parasitismo sobre as pupas de *D. lineolata* (RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE e SMITH, 1989).

O potencial de *T. diatraeae* como agente de controle biológico no Brasil é pouco conhecido. A capacidade reprodutiva de *T. diatraeae* foi estudada em pupas de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794), *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781). Todos os hospedeiros testados foram parasitados por *T. diatraeae* e houve emergência de progênie. Apesar de não ter sido observada preferência do parasitóide a uma das espécies de hospedeiro, comparando-se o número de parasitóides emergidos por pupa nas quatro espécies, observou-se que houve menor emergência em *H. virescens* e maior em *S. frugiperda* (PARON e BERTI FILHO, 2000).

A biologia e técnicas de criação de *T. diatraeae* em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera Crambidae) foi estudada. Pupas de *T. molitor* são adequadas ao desenvolvimento de *T. diatraeae* e podem ser utilizadas para a criação deste parasitóide. De maneira geral, as características biológicas de *T. diatraeae* são melhores em pupas de *D. saccharalis* do que em pupas de *T. molitor* (FÁVERO, 2009).

No entanto, são necessários estudos sobre o número de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* para sua produção em laboratório e sua utilização em plantas de cana-de-açúcar. Esses conhecimentos contribuirão para aumentar as alternativas em programas de controle biológico da broca-da-cana, propiciando a manutenção da produtividade da cultura da cana-de-açúcar, com menor custo de produção e, sobretudo, melhor qualidade ambiental.

OBJETIVOS

Este estudo objetivou avaliar o potencial de *T. diatraeae* para o controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar. Para isso, foram desenvolvidos os seguintes trabalhos:

1. Densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae);
2. Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) na presença de lagartas e fezes de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae);
3. Número de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.

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

REFERÊNCIAS

- BENNETT, F.D.; GLENN, H.; YASEEN, M.; BARANOWSKI, R.M. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. **Florida Entomologist**, v.70, p.184-186, 1987.
- 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.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. 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.; PEREIRA-BARROS, J.L.; SANTOS, A.J.N.; CARVALHOS, L.W.T.; OLIVEIRA, C.J.T. 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.
- 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.
- FARIA, C.A.; TORRES, J.B.; FARIAS, A.M.I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): Efeito da idade do hospedeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p.85-93, 2000.
- 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.

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

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estatística da produção agrícola, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/indicadores/agropecuaria/isp/default.htm>>. Acesso em: 19 dez 2009.

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

MILLS, N.; PICKEL, C.; MASFIELD, S.; MCDOUGALL, S.; BUCHNER, R.; CAPRILE, J.; EDSTRON, J.; ELKINS, R.; HASEY, J.; KELLEY, K.; KRUEGER, B.; OLSON, B.; STOCKER, R. 2000. Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. **California Agriculture**, v.54, p.22-25, 2000.

NOYES, J.S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2003. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>>. Acesso em: 22 set. 2008.

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

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

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. 1999. 53f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis 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, L.G.B. **Cana-de-açúcar: principais insetos praga**. Belo Horizonte: CETEC, 2008. (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC).

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 *Thyrintea arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008.

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

PINTO, A.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.

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

ROUSSE, P.; GOURDON, M.; ROUBAUD, F.; CHIROLEU, F.; QUILIC, S. Biotic and abiotic factors affecting the flight activity of *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of fruit fly pests. **Enviromental Entomology**, v.38, p.896-903, 2009.

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

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. 415 p.

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.

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.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Reviews Entomology**, v.41, p.375-406, 1996.

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.

CAPÍTULO I

Densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)



Densidade de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo: *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide gregário, principalmente de pupas de Lepidoptera. O objetivo desse trabalho foi estudar o desenvolvimento de *T. diatraeae*, com diferentes números de fêmeas desse parasitóide em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Para isso, pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae*, nas densidades 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 35:1, parasitóide-hospedeiro, respectivamente. A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* foi de 100%, respectivamente, em todas as densidades de fêmeas desse parasitóide. A duração do ciclo de *T. diatraeae* foi de $19,25 \pm 0,22$ dias na densidade de 1:1 e de $17,00 \pm 0,00$ dias na densidade de 35:1. A progênie por pupa variou de $106 \pm 12,38$ a $514,67 \pm 54,55$ descendentes por pupa, nas densidades de 1:1 e 35:1, respectivamente. A razão sexual diminuiu com o aumento da densidade, variando entre $0,97 \pm 0,01$ e $0,89 \pm 0,01$ nas densidades de 1:1 e 35:1, respectivamente. As porcentagens de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* não foram influenciadas pelas densidades de fêmeas do parasitóide. As densidades de 14 a 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é a ideal para criação desse parasitóide em condições de laboratório.

Palavras-chave: parasitóide pupal, controle biológico, densidade de parasitóide.

Abstract: *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a gregarious parasitoid, mainly pupae of Lepidoptera. The aim of this study was the development of *T. diatraeae* with different numbers of females that parasitoid pupae of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). For this, *D. saccharalis* pupae were exposed to the parasitism through *T. diatraeae* females, on the densities of 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 and 35:1 (parasitoid-host), respectively. The percentage of *T. diatraeae* parasitism and emergence on *D. saccharalis* pupae was 100% respectively, in all the female densities of this parasitoid. The cycle length of *T. diatraeae* was 19.25 ± 0.22 days on 1:1 density and 17.00 ± 0.00 days on 35:1 density. The progeny by pupa varied from 106 ± 12.38 a 514.67 ± 54.55 offsprings by pupa, on 1:1 and 35:1 densities, respectively. The sexual ratio diminished with the density increase, varying between 0.97 ± 0.01 and 0.89 ± 0.01 , on 1:1 and 35:1 densities, respectively. The percentages of *T. diatraeae* parasitism and emergence on *D. saccharalis* pupae were not influenced by the female densities of the parasitoid. The densities of 14 and 21 *T. diatraeae* females by *D. saccharalis* pupa are the ideal ones for the formation of this parasitoid on laboratory conditions.

Keywords: pupal parasitoid, biological control, density of parasitoid.

Introdução

Extensas áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em várias regiões brasileiras, propiciam o ataque de diversas pragas com destaque para *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (PINTO et al., 2006). O método de controle de *D. saccharalis* é o biológico, utilizando o parasitóide larval *Cotesia flavipes*

(Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (BOTELHO e MACEDO, 2002; PINTO et al., 2006). No entanto, quando a densidade populacional de *D. saccharalis* é alta, *C. flavipes* pode não ser tão eficiente, havendo necessidade de se utilizarem outros métodos para o controle da broca-da-cana (BOTELHO et al., 1999).

O parasitóide pupal *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas em diversas culturas de importância como: cana-de-açúcar, milho e algodão em países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976).

O primeiro registro da ocorrência de *T. diatraeae* foi em 1942, encontrados em pupas de *Diatraea venosata* Walker (Lepidoptera: Crambidae), provenientes do sul da Índia (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942). No Brasil, os primeiros exemplares *T. diatraeae* foram encontrados em pupas de Arctiidae coletada no campus da ESALQ em 1996, no município de Piracicaba, São Paulo (PARON e BERTI FILHO, 2000). Em 2001, foram também encontradas pupas de *Cerconota anonella* (Sepp., 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) parasitadas por *T. diatraeae*, em plantios de graviola no município de Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Esse parasitóide também foi coletado em pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), em plantio de eucalipto de Viçosa, Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008).

Um dos fatores do insucesso de algumas liberações de parasitóides, visando o controle de pragas, pode estar associado à não adequação da sua proporção em relação à densidade de hospedeiros presentes em um agroecossistema (PARON et al., 1998), pois o número de fêmeas por hospedeiro afeta a capacidade de parasitismo (SAMPAIO et al., 2001). A densidade de fêmeas por hospedeiro, também pode interferir na produção da progênie (SAGARRA et al., 2000), na razão sexual (ZACARIN et al., 2004; IRVIN e HODDLE, 2006; CARNEIRO et al., 2009), no tempo de desenvolvimento e na longevidade dos parasitóides (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003).

Diatraea saccharalis tem sido criada em grande escala com dieta artificial (PARRA, 2007) e suas larvas tem sido utilizadas como hospedeiro para criação do seu inimigo natural, *C. flavipes* (BOIÇA JUNIOR et al., 1997; SOUZA et al., 2001). A indicação de pupas de *D. saccharalis* para serem utilizadas como hospedeiro de criação de *T. diatraeae* também foram sugeridas por PARON e BERTI FILHO (2000) e FÁVERO (2009).

A capacidade reprodutiva de *T. diatraeae* foi avaliada em pupas de *D. saccharalis*, porém, apenas uma fêmea do parasitóide foi exposta ao hospedeiro (PARON e BERTI FILHO, 2000). Como *T. diatraeae* possui hábito gregário, torna-se necessário determinar a densidade ideal de fêmeas desse parasitóide por pupa de *D. saccharalis* para se aumentar, em laboratório, a produção de descendentes (FÁVERO, 2009). O objetivo desse trabalho foi determinar o número de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis*, para criação desse parasitóide em laboratório.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Criação de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Para manter a criação, pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pela empresa Biosoluções (Dourados, MS). A criação seguiu a seguinte metodologia: após a eclosão, as lagartas desse lepidóptero foram colocadas em potes telados com dieta artificial onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas 50 adultos (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas de PVC (10 x 22cm), revestido com folhas de papel sulfite umedecido, como substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico (PARRA, 2007).

Criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para manutenção da criação, pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas. 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, foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae*, com 24 a 48 horas de idade, nas densidades 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 35:1, parasitóide: hospedeiro, respectivamente (FÁVERO, 2009). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 repetições para cada tratamento. As pupas foram selecionadas com o peso entre 0,120g e 0,180g. Após 24 horas em contato com as pupas, as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas dos tubos e os hospedeiros individualizados e mantidos em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas até a emergência dos adultos do parasitóide. A mortalidade natural do hospedeiro foi calculada utilizando a fórmula de ABBOTT (1925).

As características biológicas avaliadas foram a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, número de parasitóides emergidos, razão sexual ($rs = n^{\circ}$ de fêmeas/ n° total), longevidade (com alimento) e o tamanho da cápsula cefálica (as medidas de tamanho foram realizadas com o auxílio de ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópico). O sexo dos adultos de *T. diatraeae* foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e abdome (PARON, 1999).

Os dados da duração do ciclo, do número de parasitóides emergidos por pupa de *D. saccharalis*, da razão sexual, do tamanho da cápsula cefálica de machos e fêmeas de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, foi realizada a análise de regressão. A escolha da equação que melhor se ajustou aos dados foi baseado no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade).

Resultados

A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* foi de 100% nas densidades de fêmeas avaliadas desse parasitóide.

A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* ($F=26,4092$; $P=0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}=0,5904$) decresceu com o aumento da densidade do parasitóide, com $19,25 \pm 0,22$ dias na densidade de 1:1 e de $17,00 \pm 0,00$ dias na densidade de 35:1 (Figura 1). A progênie produzida por pupa de *D. saccharalis* ($F=17,0378$; $P=0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}=0,4072$) foi afetada pela densidade de *T. diatraeae*, variando com médias de $106 \pm 12,38$ a $514,67 \pm 54,55$ descendentes por pupa, nas densidades de

1:1 e 35:1, respectivamente (Figura 2). A progênie produzida por cada fêmea de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis* ($F= 71,3292$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,7054$) declinou com o aumento da densidade e variou entre $103,83 \pm 12,22$ e $13,08 \pm 1,37$ para as densidades de 1:1 e 28:1, respectivamente (Figura 3).

A razão sexual de *T. diatraeae* diminuiu com o aumento do número de fêmeas ($F= 16,0011$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,3400$) e variou de $0,97 \pm 0,01$, e $0,89 \pm 0,01$ nas densidades de 1:1 e 35:1 (Figura 4). Para a longevidade de fêmeas do parasitóide não se verificou diferença estatística nas diferentes densidades testadas, com médias de $15,40 \pm 0,87$ a $19,50 \pm 0,78$. A longevidade de machos do parasitóide apresentou médias de $15,80 \pm 0,82$ a $18,20 \pm 1,33$, para as densidades testadas, não apresentando diferença estatística.

A largura da cápsula cefálica dos adultos desse parasitóide foi diferente entre os tratamentos. A largura da cápsula cefálica de fêmeas ($F= 90,2861$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,7894$) e machos ($F= 54,0646$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,6033$) de *T. diatraeae* variou de $0,360 \pm 0,002$ mm a $0,500 \pm 0,002$ mm e $0,310 \pm 0,011$ mm a $0,470 \pm 0,006$ mm, nas densidades 1:1 a 35:1, parasitóide-hospedeiro, respectivamente (Figuras 5 e 6).

Discussão

As porcentagens de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* não foram influenciadas pelas densidades de fêmeas do parasitóide. Isto demonstra a adequabilidade do hospedeiro para o desenvolvimento dos parasitóides, já que mesmo nas altas densidades estudadas o parasitismo não foi prejudicado. Este fato evidencia a compatibilidade do hospedeiro, pois os parasitóides ao invadir o hospedeiro, precisam satisfazer seus requerimentos nutricionais, além de evitar sua eliminação pelo sistema imunológico do hospedeiro (STRAND e PECH, 1995; GULLAN e CRANSTON, 2007). Fato semelhante foi constatado quando uma ou várias fêmeas de *T. diatraeae* foram expostas a uma ou cinco pupas de *D. saccharalis* (PARON e BERTI FILHO, 2000).

O aumento da densidade de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* causou decréscimo no ciclo (ovo-adulto) deste parasitóide, indicando que a disponibilidade de recurso alimentar pode afetar seu ciclo de vida. O período de desenvolvimento dos imaturos de *T. diatraeae* em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), também, diminuiu com o aumento da densidade do parasitóide (FÁVERO, 2009). Isto corrobora também, com o relatado para diferentes densidades de

Palmistichus elaies Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Bombyx mori* L., 1758 (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA, 2010) e *Melittobia digitata* Danhms, 1984 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Neobellieria bullata* Parker, 1916 (Diptera: Sarcophagidae) (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). A redução do tempo de desenvolvimento de parasitóides em seus hospedeiros pode ser atribuído à competição dos imaturos por nutrientes (GODFRAY, 1994), acelerando a passagem de um instar para o outro.

A progênie de *T. diatraeae* produzida por pupa de *D. saccharalis* foi afetada pela densidade de fêmeas parasitóides, isso pode estar relacionado com a capacidade de suporte do hospedeiro. A progênie pode variar conforme a espécie hospedeira, como ocorreu com *T. diatraeae* emergidos de pupas de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797, *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, *D. saccharalis* e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (PARON e BERTI FILHO, 2000). Além disso, a produção de progênie pode depender do grau de competição entre irmãos em desenvolvimento dentro de um hospedeiro compartilhado (RIDDICK, 2008), resultando em menor tamanho do corpo (FIDGEN et al., 2000). A progênie produzida por cada fêmea de *T. diatraeae* nas pupas de *D. saccharalis* diminuiu o número de indivíduos à medida que aumentou a densidade desse parasitóide. Fêmeas de *Anagyrus kamali* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitando *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae) apresentaram uma forte tendência de evitar o superparasitismo (SAGARRA et al., 2000), regulando o número de ovos colocados no hospedeiro (HOHMANN e LUCK, 2004).

O número de fêmeas de *T. diatraeae* produzidas em cada pupa de *D. saccharalis* reduziu com o aumento da densidade desse parasitóide. Isso pode ser devido à insuficiência de reservas nutritivas necessárias para o desenvolvimento de fêmeas parasitóides (SAGARRA e VINCENT, 1999), pois o aumento substancial na descendência masculina pode resultar em intensa competição intraespecífica das larvas (IRVIN e HODDLE, 2006). A proporção sexual também pode ser alterada pelo superparasitismo (RIDDICK, 2007), o que pode ser resultado do confinamento de fêmeas parasitóides a um único hospedeiro (PATEL et al., 2003) por tempo além daquele suficiente para o parasitismo natural.

A razão sexual de parasitóides é influenciada por muitos fatores, entre eles estão o número de parasitóides, densidade e qualidade do hospedeiro (GODFRAY, 1994). Quando apenas uma fêmea de parasitóide coloniza um hospedeiro, existe a tendência de

que a mesma produza o número de machos suficientes para fertilizar as fêmeas que depositou naquele hospedeiro (CARNEIRO et al., 2009). Em *T. diatraeae* a proporção de machos é muito baixa em relação a fêmeas, porém esse fato não interfere no potencial de fecundação (BOUNIER, 1975). Dessa forma, as proporções sexuais das espécies parasitóides podem ser controladas potencialmente, de preferência em favor das fêmeas, para propiciar programas de controle biológico mais efetivo, com predominância de exemplares do sexo feminino para liberações no campo (CAÑETE e FOERSTER, 2003; ZACARIN et al., 2004), uma vez que são as fêmeas que parasitam e impedem a emergência do adulto hospedeiro.

A longevidade dos adultos de *T. diatraeae* foi semelhante nas diferentes densidades. Em criações massais de parasitóides, a capacidade de sobrevivência é um dos requisitos para o controle de qualidade (CARNEIRO et al., 2009). Além disso, a maior longevidade representa uma característica favorável à espécie, pois confere as fêmeas parasitóides maior tempo de busca por hospedeiros no campo, em condições de escassez dos mesmos (FOERSTER et al., 1999).

O tamanho da cápsula cefálica de *T. diatraeae* foi afetado negativamente pela densidade, sendo maiores quando se utilizou menores densidades de fêmeas por pupa. Nos parasitóides, fêmeas maiores têm maior potencial reprodutivo do que fêmeas menores (HOHMANN e LUCK, 2004) e podem viver por mais tempo sem alimento (ELLERS et al., 1998), o mesmo pode ocorrer com machos maiores, tendo um maior tempo de vida e com isso um maior sucesso no acasalamento (SAGARRA et al., 2001). Também é possível que o tamanho do parasitóide possa influenciar a escolha do hospedeiro, pois a fêmea pequena pode ser incapaz de dominar um hospedeiro grande e de boa qualidade (SAGARRA et al., 2001). O tamanho do corpo de machos e de fêmeas adultos de *Anagyrus* **sp. nov. sinope** Noyes & Menezes (Hymenoptera: Encyrtidae) desenvolvidos em *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923 (Hemiptera: Pseudococcidae) foram reduzidos com um aumento na descendência, diminuindo, assim, a aptidão reprodutiva dos descendentes (CHONG e OETTING, 2007).

O número de fêmeas de parasitóides por hospedeiro trata-se de um fator importante a ser verificado no controle de qualidade das criações em laboratório e nas liberações massais, pois interfere em aspectos biológicos do parasitóide (índice de parasitismo, viabilidade, progênie e razão sexual) (CARNEIRO et al., 2009). *Trichospilus diatraeae* se desenvolveu nas pupas de *D. saccharalis* em todas as

densidades avaliadas, no entanto, a escolha do número de fêmeas por pupa para multiplicação do parasitóide será de acordo com o objetivo da criação.

Para realização de estudos experimentais com *T. diatraeae*, uma fêmea por pupa pode ser o suficiente, porém para produção massal, as densidades de 14 a 21 fêmeas por pupa parece ser mais adequada. Nessas densidades, *T. diatraeae* apresentou excelentes características biológicas (maior tamanho de cápsula cefálica, maior razão sexual, maior número de progênie). Os resultados obtidos quanto ao tempo de desenvolvimento, fecundidade e longevidade de *T. diatraeae* demonstram que esse parasitóide apresenta potencial para ser utilizado no controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar.

Conclusões

Trichospilus diatraeae parasitou e se desenvolveu em pupas de *D. saccharalis* em todas as densidades testadas, demonstrando a adequabilidade do hospedeiro para o desenvolvimento desse parasitóide.

As densidades de 14 a 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* são adequadas para criação desse parasitóide em condições de laboratório.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of a insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LARA, F.M.; BELLODI, M.P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.537-542, 1997.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J. F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. 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.

CAÑETE, C.L.; FOERSTER, L. A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.201-204, 2003.

CARNEIRO, T.R.; FERNANDES, O.A.; CRUZ, I. Influência da competição intra-específica entre fêmeas e da ausência de hospedeiro no parasitismo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, p.482-486, 2009.

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

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

ELLERS, J.; VAN ALPHEN, J.J.M.; SEVENSTER, J.G. A field study of size-fitness relationships in the parasitoid *Asobara tabida*. **Journal of Animal Ecology**, v.67, p.318-324, 1998.

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.

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

FOERSTER, L.A.; DOETZER, A.K.; AVANCI, M.R.F. Capacidade reprodutiva e longevidade de *Glyptapanteles muesebecki* (Blanchard) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando lagartas de *Pseudaletia sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.485-490, 1999.

GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids, Behavioral and Evolutionary Ecology**, Princeton: University Press, 1994. 473p.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia**. 3 ed. Roca. São Paulo, 2007. 440p.

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.

IRVIN, N.A.; HODDLE, M.S. The effect of intraspecific competition on progeny sex ratio in *Gonatocerus* spp. for *Homalodisca coagulata* egg masses: economic implications for mass rearing and biological control. **Biological Control**, v.39, p.162-170, 2006.

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

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

PARON, M. R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. 1999. 53f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior “Luis 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.

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

PATEL, K.J.; CHUSTER, D.J.S.; MERAGE, G.H.S. Density dependent parasitism and host-killing of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Diclyphus intermedius* (Hymenoptera: Eulophidae). **Florida Entomologist**, v.86, p.8-14, 2003.

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 *Thyrintea arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) in Brazil. **Phytoparasitica**, v.36, p.304-306, 2008.

PEREIRA, F.P.; 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* (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 2, p. 1-9, 2010.

PINTO, A.S.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P.S.M. Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. de. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-

SOUZA, D. T. **Controle Biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. p.65-74.

RIDDICK, E.W. Influence of honey and maternal age on egg load of lab-cultured *Cotesia marginiventris*. **Biological Control**, v.52, p.613-618, 2007.

RIDDICK, E.W. Sting frequency and progeny production of lab-cultured *Cotesia marginiventris*. **Biological Control**, v.53, p.295-302, 2008.

SAGARRA, L.A.; VINCENT, C. Influence of host stage on oviposition, developments, sex ratio, and survival of *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* green (Homoptera: Pseudococcidae). **Biological Control**, v.15, p.51-56, 1999.

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

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.

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

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

SOUZA, A.M.L.; ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimento por *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae), *Heliothis virescens* (Fabr.) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Neotropical Entomology**, v.30, p.11-17, 2001.

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

ZACARIN, G.G.; GOBBI, N.; CHAUD NETTO, J. Capacidade reprodutiva de fêmeas de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera, Braconidae) em lagartas de *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* (Lepidoptera, Pyralidae) criadas com dietas diferentes. **Iheringia, Série Zoologia**, v.94, p.139-147, 2004.

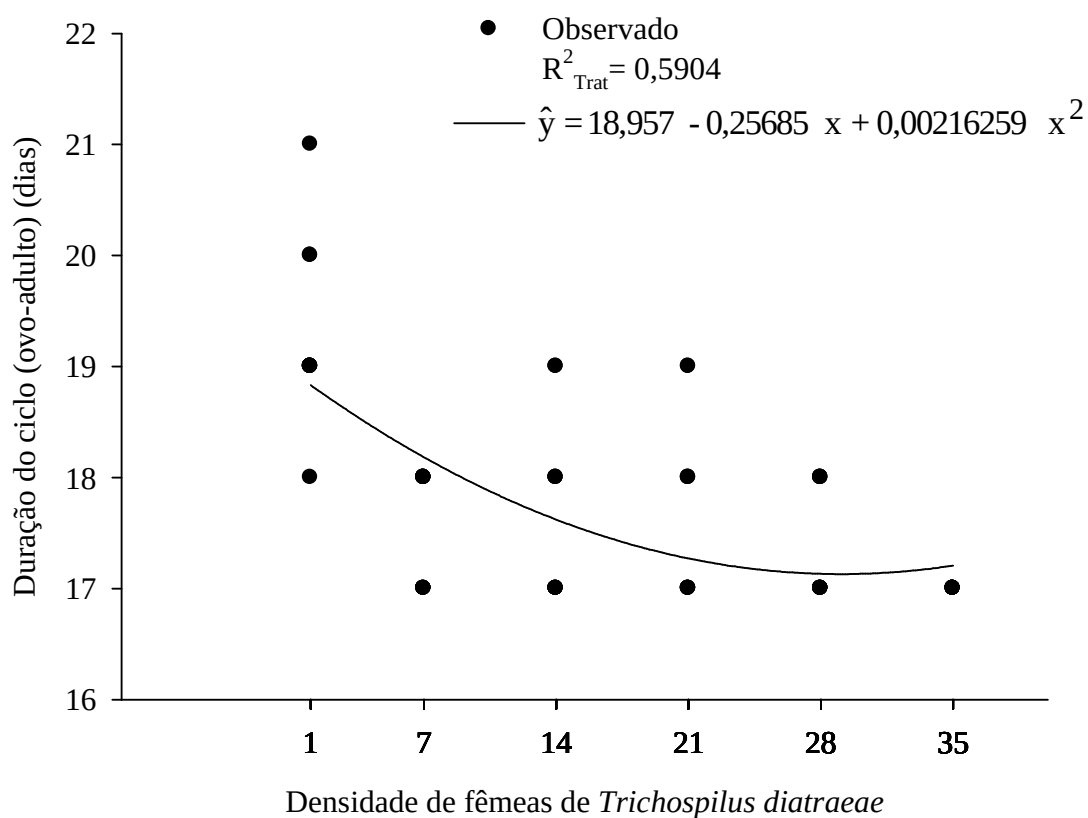


Figura 1 – Duração do ciclo (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F= 26,4092$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,5904$).

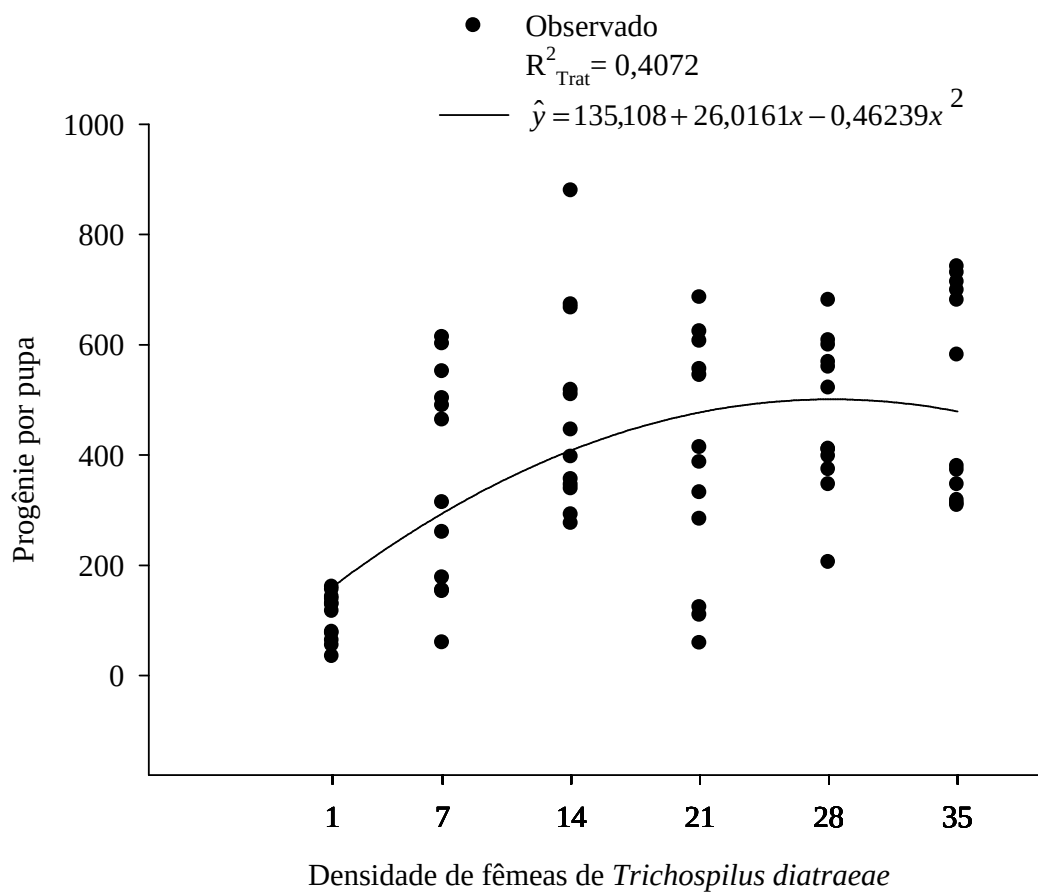


Figura 2 – Progenie de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F = 17,0378$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,4072$).

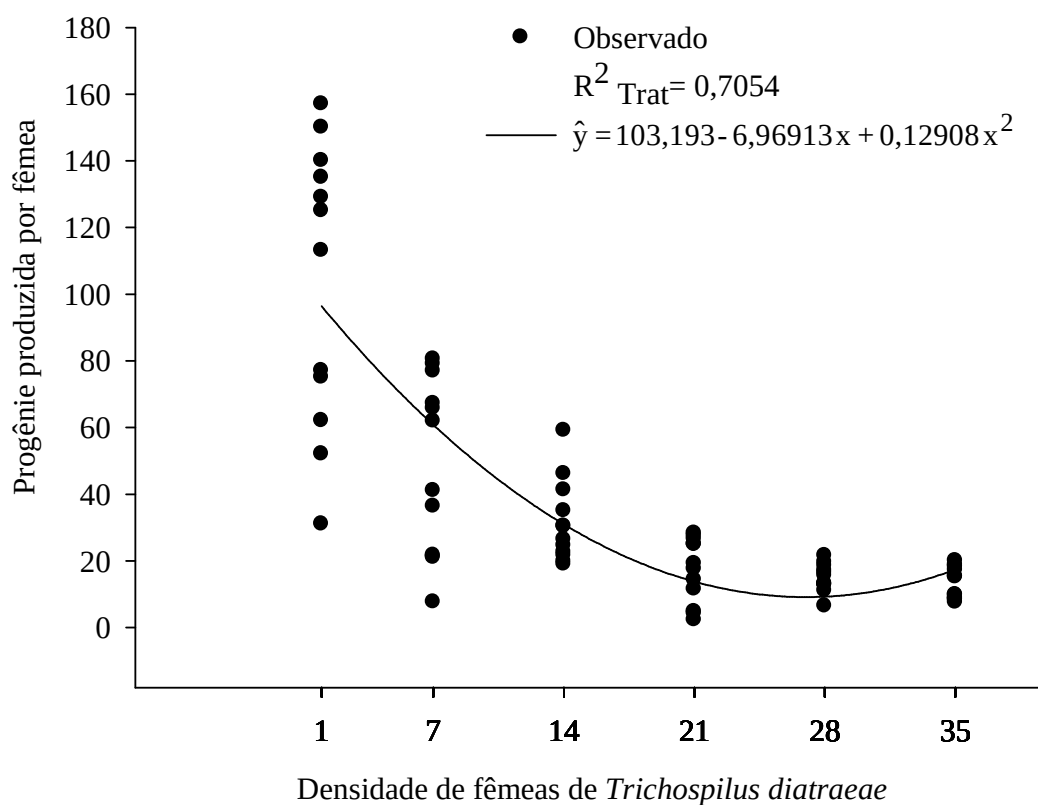


Figura 3 – Progenie por fêmea de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F = 71,3292$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,7054$).

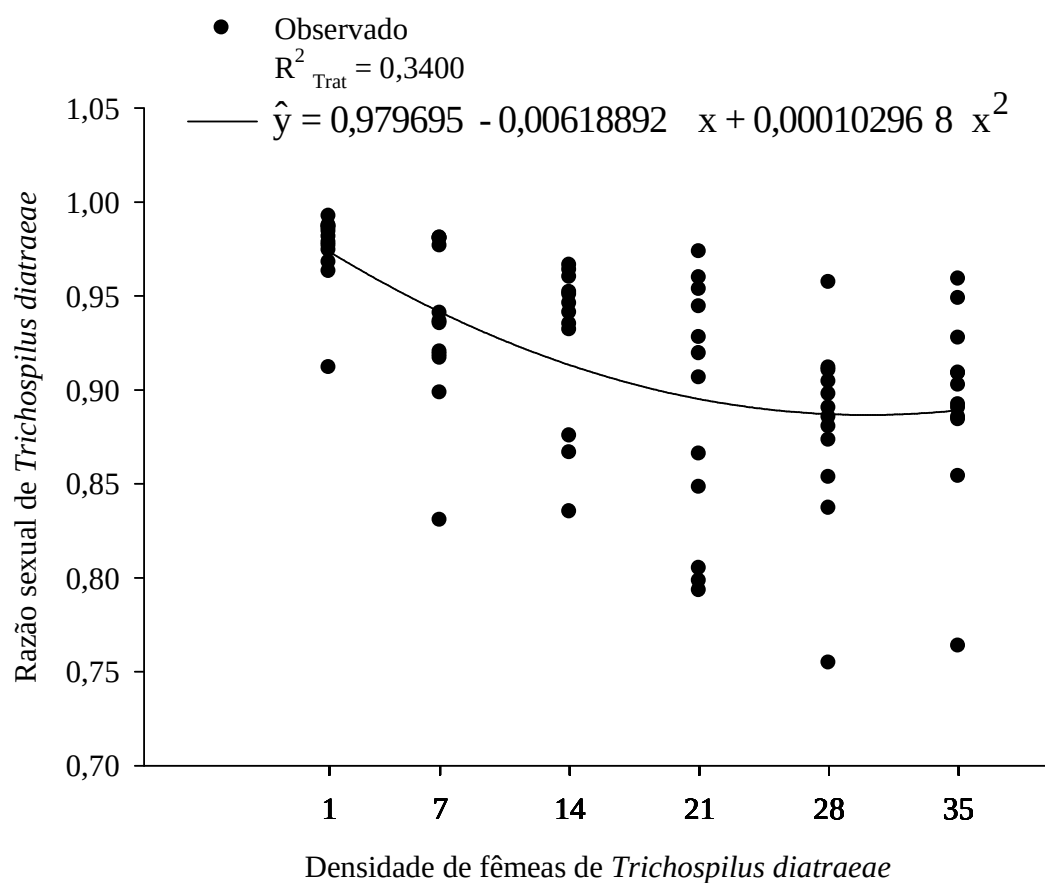


Figura 4 – Razão sexual de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F = 16,0011$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,3400$).

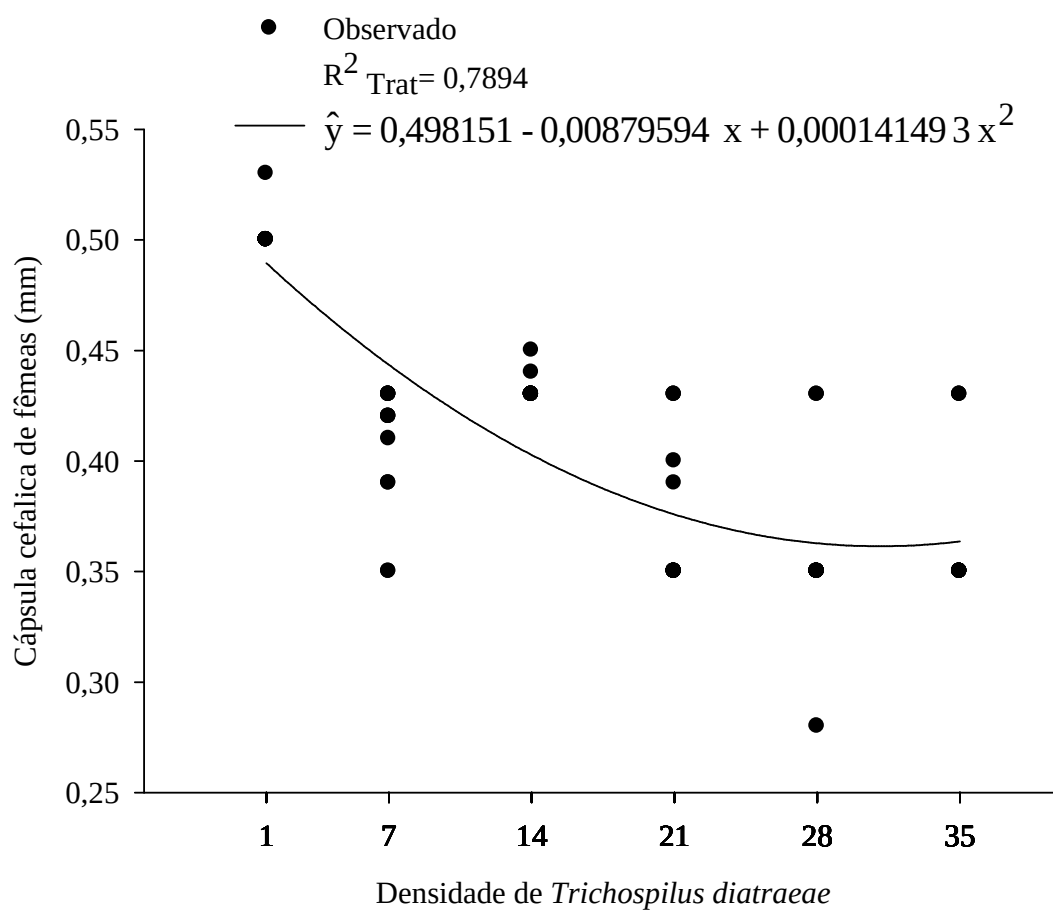


Figura 5 – Cápsula cefálica de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F= 90,2861$; $P= 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}}= 0,7894$).

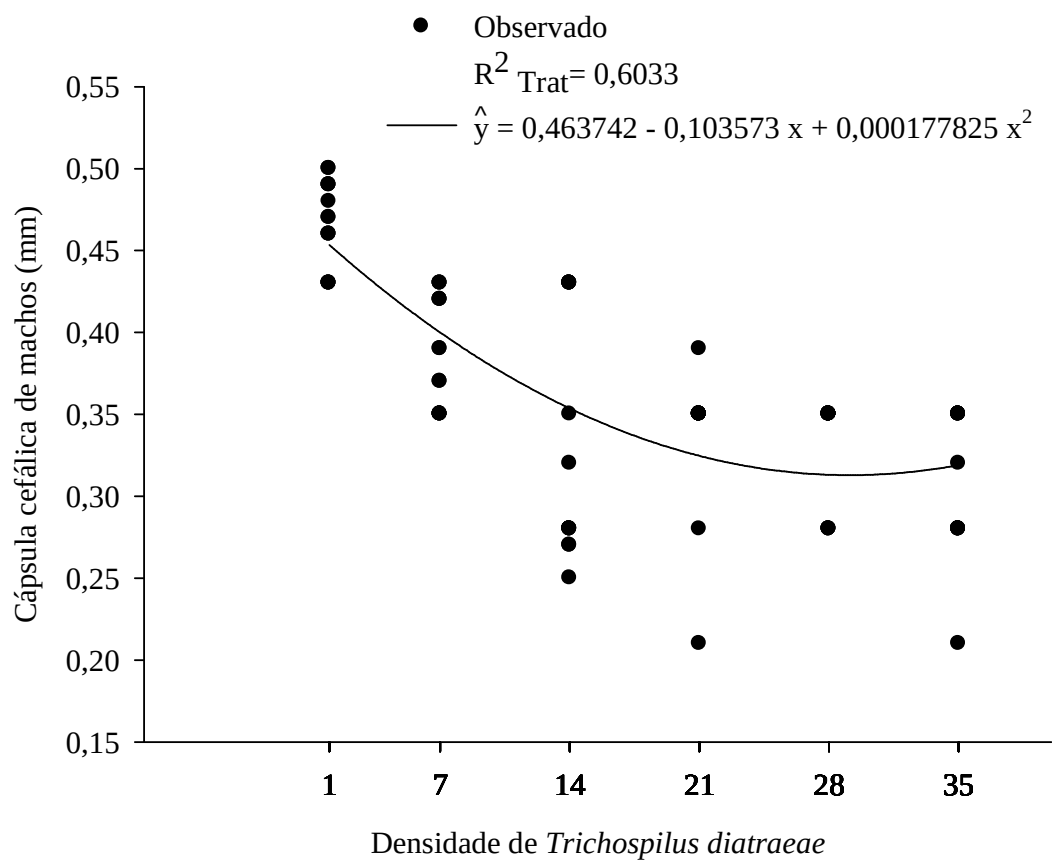


Figura 6 – Cápsula cefálica de machos de *Trichospilus diatraeae* com 1, 7, 14, 21, 28 ou 35 fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($F= 54,0646$; $P=; 0,0001$ $R^2_{\text{Trat}}= 0,6033$).

CAPÍTULO II

**Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)
na presença de lagartas e fezes de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:
Crambidae)**



Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) na presença de lagartas e fezes de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo: O sucesso de programas de controle biológico com parasitóides depende de pesquisas que avaliem a capacidade de busca desses inimigos naturais por seus hospedeiros no campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o parasitismo de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) sobre pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na presença de lagartas e fezes desse hospedeiro em colmos de cana-de-açúcar. Pupas de *D. saccharalis* foram introduzidas em colmos de cana-de-açúcar. Após a fixação das pupas, cada colmo foi colocado dentro de garrafas plásticas transparentes, nas quais foram liberadas 21 fêmeas de *T. diatraeae*. No tratamento em que se utilizou lagartas, foram feitos dois orifícios no colmo, em um introduziu-se a pupa e no outro a lagarta. Para o tratamento com fezes do hospedeiro, introduziu-se a pupa de *D. saccharalis* e posteriormente colocou-se fezes próximo ao orifício. *T. diatraeae* encontrou e parasitou pupas de *D. saccharalis*, introduzidas nos colmos de cana-de-açúcar. A porcentagem de parasitismo de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* foi de 50%, 83,33% e 16,66% quando se utilizou apenas a pupa desse hospedeiro, pupa e lagarta, pupa e fezes, respectivamente. A presença de lagarta de *D. saccharalis* nos colmos favoreceu a localização da pupa desse lepidóptero pelo parasitóide, o que aumentou o percentual de parasitismo.

Palavras-chave: localização de hospedeiro, controle biológico, parasitismo.

Abstract: The outcome of a biological control program with parasitoids depends on research at evaluating the capacity of these natural enemies searching for their hosts in the field. This study aimed to evaluate parasitism *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hym.: Eulophidae) on pupae of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in the presence of caterpillars and host in feces that stalks of sugarcane sugar. *D. saccharalis* pupae were inserted in sugar cane stalks. After pupae fixing, each stalk was put into transparent plastic bottles, on which 21 *T. diatraeae* females were released. On the treatment in which the caterpillars were used, two vents were made on the stalk; in one of them the pupa was inserted and on the other, the caterpillar. For the treatment with the host feces, *D. saccharalis* pupa was inserted and later, feces were put near the vent. *T. diatraeae* met and became a parasite of *D. saccharalis* pupae, inserting them in the sugar cane stalks. The percentage of *T. diatraeae* parasitism on *D. saccharalis* pupae was 50%; 83.33% and 16.66% when it was only used the pupa of this host; pupa and caterpillar; pupa and feces, respectively. The presence of *D. saccharalis* caterpillar in the stalks favored to locate the pupa of this lepidopteraeae through the parasitoid, which increased the parasitism percentage.

Keywords: host location; biological control, parasitism.

Introdução

O sucesso de programas de controle biológico com parasitóides depende de pesquisas que avaliem a capacidade de busca desses inimigos naturais por seus

hospedeiros no campo (PRATISSOLI et al., 2005). Os parasitóides buscam sinais que indicam a presença de hospedeiros, como os semioquímicos (KRUGNER et al., 2008), a emissão de vibrações (FISCHER et al., 2003), as pistas cromáticas e acromáticas (FISCHER et al., 2004).

Fêmeas adultas de parasitóides à procura de hospedeiros muitas vezes utilizam semioquímicos emitidos a partir do micro-hábitat do hospedeiro, transportados pelo ar (VILELA e DELLA LUCIA, 2001; PINTO et al., 2007). Estes semioquímicos são percebidos pelos receptores sensoriais dos parasitóides e podem ser provenientes de plantas infestadas, hospedeiros e fezes de hospedeiros (VAN LEERDAM et al., 1985; PETTERSSON et al., 2001; ROJAS et al., 2006; FATOUROS et al., 2007; WILLIAMS et al., 2007).

Estudos sobre o comportamento de localização dos parasitóides de pupas endofíticas são importantes, pois estes estágios ficam escondidos e não se alimentam, dificultando a emissão de voláteis (BRUINSMA et al., 2009). As fêmeas do parasitóide *Brachymeria intermedia* (Nees, 1834) identificaram o cairomônio de *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) quando foram previamente expostas as pupas deste hospedeiro (CARDÉ e LEE, 1989) (CARDÉ e LEE, 1989). Isto demonstra que o comportamento de procura de parasitóides apresenta padrões que podem ser aprendidos, como resultado da experiência adquirida (BESERRA e PARRA, 2003). No manejo de parasitóides por meio de semioquímicos, a maneira mais frequente para aumentar o comportamento de forrageamento é colocar esses inimigos naturais em contato com o estímulo alvo antes da sua liberação (VILELA e DELLA LUCIA, 2001).

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, preferencialmente de lepidópteros e tem sido estudado como agente promissor no controle biológico de pragas (BOUCEK, 1976; PARON e BERTI-FILHO, 2000; PINTO et al., 2009; FÁVERO, 2009).

A capacidade reprodutiva e as técnicas de criação de *T. diatraeae* em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) foram estudadas por PARON e BERTI FILHO (2000) e FÁVERO (2009). No entanto, é necessário avaliar se este parasitóide tem capacidade de encontrar a pupa de *D. saccharalis*, já que as larvas e pupas deste hospedeiro permanecem em galerias no interior do colmo da cana-de-açúcar. Por isso, é importante simular condições próximas as naturais antes de realizar liberações de *T. diatraeae* nos plantios de cana-de-açúcar, para verificar sua eficiência de parasitismo no campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o parasitismo de *T. diatraeae* sobre pupas de *D. saccharalis* na presença de lagartas e fezes desse hospedeiro em colmos de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Criação de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Para iniciar a criação, pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pela empresa Biosoluções de Dourados-MS. A criação seguiu a seguinte metodologia: após a eclosão, as lagartas desse lepidóptero foram colocadas em potes telados com dieta artificial onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas 50 adultos (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas de PVC (10 x 22cm), revestido com folhas de papel sulfite umedecido, como substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico (PARRA, 2007).

Criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para manutenção da criação, pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas. 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

Colmos de cana-de-açúcar foram cortados em unidades de 20 cm de comprimento. Em cada colmo foi feito um orifício, no qual foi introduzida uma pupa de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade e peso entre 0,170 a 0,200 g. Após a fixação

das pupas, cada colmo foi colocado dentro de garrafas plásticas transparentes (PET) com capacidade de 2 L, dentro das quais foram liberadas 21 fêmeas de *T. diatraeae*. O parasitismo foi permitido por 96 horas e, após esse período, as pupas foram retiradas dos colmos e individualizadas em tubos de vidro (2,5 x 15 cm), mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, para avaliação do parasitismo e emergência de *T. diatraeae*. Como testemunha, pupas foram fixadas nos colmos nas mesmas condições anteriores, mas sem liberação de *T. diatraeae*.

O mesmo procedimento foi utilizado para avaliar a capacidade de busca de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* na presença de fezes e de lagartas desse hospedeiro. No tratamento contendo lagartas entre o quarto e quinto instar, foram feitos dois orifícios no colmo (um em cada entrenó), sendo um para a introdução da pupa e outro para a lagarta. Para o tratamento contendo fezes do hospedeiro, introduziu-se a pupa no orifício, posteriormente colocou-se fezes de *D. saccharalis* na parte externa do colmo e próximo ao orifício.

Os tratamentos foram representados pela exposição dos parasitóides às pupas, pupas e lagartas, pupas e fezes de *D. saccharalis*. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com doze repetições.

Os valores da porcentagem de parasitismo 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, mas esses foram expressos em porcentagem para facilitar a visualização. Os dados da progênie de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de variância a 5% de significância.

Resultados

Trichospilus diatraeae encontrou e parasitou pupas de *D. saccharalis*, no interior de colmos de cana-de-açúcar. A presença de lagartas e fezes de *D. saccharalis* interferiu na localização e, conseqüentemente, no parasitismo deste hospedeiro por *T. diatraeae*. A porcentagem de parasitismo de *T. diatraeae* nas pupas de *D. saccharalis* foi de 50%, 83,33% e 16,66% quando se utilizou apenas a pupa dessa praga; pupa e lagarta e pupa e fezes, respectivamente, ($\chi^2 = 3,896$; $P = 0,04$) (Figura 1).

A porcentagem de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi semelhante quando se utilizou apenas a pupa dessa praga (66,00%) ou pupa e lagarta

(70,00%) ($P > 0,05$). Já para o tratamento em que se utilizou pupa e fezes, não ocorreu emergência dos parasitóides.

A progênie de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* não apresentou diferença entre o tratamento em que se utilizou pupa e lagarta ou somente pupa (Tabela 1).

Discussão

Trichospilus diatraeae encontrou e parasitou as pupas de *D. saccharalis* introduzidas nos colmos da cana-de-açúcar. Este fato é extremamente relevante, pois a capacidade de parasitismo de hospedeiros é um parâmetro biológico que pode caracterizar o grau de eficiência do parasitóide para controle da praga no campo (BUENO et al., 2009), pois parasitóides impedem a continuidade do ciclo de seus hospedeiros pragas ao se desenvolver em ovos, lagartas, pupas ou adultos do mesmo (PINTO et al., 2006).

A porcentagem de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi semelhante quando se utilizou apenas a pupa dessa praga ou pupa e lagarta. Já para o tratamento em que se utilizou pupa e fezes, não ocorreu emergência dos parasitóides. Em programas de controle biológico com liberação massal de parasitóides, a baixa emergência do parasitóide no hospedeiro em campo é importante por isto diminuir a probabilidade de insetos não-alvo serem parasitados. Como *T. diatraeae* é uma espécie polífaga, com capacidade de desenvolvimento em diversas espécies de pupas de lepidópteros praga (BOUCEK, 1976), sua baixa emergência em campo pode ser uma condição favorável ao equilíbrio natural de outras espécies de insetos.

Por outro lado, a progênie de *T. diatraeae* indica que esse parasitóide consegue completar seu desenvolvimento e emergir do hospedeiro. Essa característica é importante por demonstrar o potencial do parasitóide para ser utilizado no controle biológico (KEASAR e STEINBERG, 2008). Além disso, a emergência da progênie em condições de campo favorece o estabelecimento das populações do parasitóide na cultura (BELLOWS JR., 2006) e reduz o número e o custo das liberações (GICHINI et al., 2008).

A pupa de *D. saccharalis* aliada à presença de lagarta dessa praga favoreceu a localização e o parasitismo de *T. diatraeae*. Possivelmente, esse aumento no parasitismo, foi devido a liberação de substâncias pelas lagartas que indicam o desenvolvimento do inseto (VILELA e DELLA LUCIA, 2001). *T. diatraeae* pode ter identificado essas substâncias, principalmente porque as lagartas utilizadas estavam

próximas á pupação. Fêmeas do parasitóide *Cotesia kariyai* (Hymenoptera: Braconidae) (Watanabe, 1937) são capazes de distinguir danos provocados por lagartas de *Pseudaletia separata* (Lepidoptera: Noctuidae) (Walker, 1865) somente até o quarto ínstar, não sendo capaz de diferenciá-los nos estágios mais desenvolvidos (TAKABAYASHI et al., 1995).

O parasitismo das pupas de *D. saccharalis* por *T. diatraeae*, na presença de fezes do hospedeiro não foi satisfório. Isto porque a presença de fezes próximo à pupa do hospedeiro pode ter dificultado a localização pelo parasitóide, devido a liberação de odores dessas fezes. Entretanto, é importante salientar, que as fezes utilizadas são provenientes de lagartas de *D. saccharalis* criadas em dieta artificial, com isso podem não conter substâncias que estariam presentes em fezes de lagartas encontradas em ambiente natural.

Neste contexto, o comportamento de localização do parasitóide *C. flavipes* é mediado por uma substância hidrossolúvel, presente nas fezes de lagartas de *D. saccharalis*. O contato com esta substância induz à procura, caracterizada pela redução no ritmo de locomoção e tateamento das fezes com as antenas (VAN LEERDAM et al., 1985). Já os semioquímicos provenientes das fezes de *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) parecem sem importância para localização deste hospedeiro por *Spathius agrili* Yang, 2005 (Hymenoptera: Braconidae) (WANG et al., 2010).

A eficiência de um parasitóide é medida pela sua capacidade de encontrar o hospedeiro no campo (SILVA-TORRES, 2009). No entanto, a localização do hospedeiro é prejudicada pela ocorrência de hospedeiros fora do estágio adequado para o parasitismo (HAUSMANN et al., 2005). A presença de plantas infestadas estimulou o comportamento de busca das fêmeas do parasitóide larval *Hyssopus pallidus* (Askew, 1964) (Hymenoptera: Eulophidae), que procuraram mais por *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) em maçãs infestadas do que em maçãs saudáveis (HAUSMANN et al., 2005). Isto pode ter acontecido no tratamento com pupas e lagartas do hospedeiro, pois a presença da lagarta simulou um colmo infestado e assim aumentou o parasitismo de *T. diatraeae* sobre pupa de *D. saccharalis*.

Os resultados apresentados demonstram que o comportamento de localização e parasitismo de *T. diatraeae* foi influenciado positivamente pela presença de lagartas de *D. saccharalis*, em hipótese, isso deve-se à percepção e identificação de substâncias liberadas pelas lagartas desse hospedeiro. A presença de fezes de *D. saccharalis*

interferiu negativamente no parasitismo, devido a liberação de odores não identificados por *T. diatraeae*. Dessa forma, devem-se desenvolver pesquisas complementares para esclarecer a origem dos cairomônios que auxiliam esse parasitóide pupal a encontrar seu hospedeiro, visando obter informações que possam aumentar sua eficiência de parasitismo para o controle de *D. saccharalis* em campo.

Conclusões

Fêmeas de *T. diatraeae* encontram e parasitam pupas de *D. saccharalis* introduzidas nos colmos da cana-de-açúcar, em condições de laboratório.

A presença de lagarta de *D. saccharalis* nos colmos favoreceu a localização da pupa desse hospedeiro pelo parasitóide, o que aumentou o percentual de parasitismo.

A presença de fezes da lagarta de *D. saccharalis* diminuiu o parasitismo de *T. diatraeae*, isto porque os odores oriundos das fezes *D. saccharalis* pode ter interferido no processo de localização da pupa pelo parasitóide.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- BELLOWS JR, T.S.; PAINE, T.D.; BEZARK, L.G.; BALL, J. Optimizing natural enemy release rates, and associated pest population decline rates, *Encarsia inaron* Walker (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Homoptera: Aleyrodidae). **Biological Control**, v.37, p.25-31, 2006.
- 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.
- BRUINSMA, M.; POSTHUMUS, M.A.; MUMM, R.; MUELLER, M.J.; VAN LOON; DICKE, M. Jasmonic acid-induced volatiles of *Brassica oleracea* attract parasitoids: effects of time and dose, and comparison with induction by herbivores. **Journal of Experimental Botany**, v.60, p.2575-2587, 2009.
- BOUCEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera, Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.
- BUENO, R.C.O.F; PARRA, J.R.P; BUENO, A.F.; HADDAD, M.L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens*

Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical entomology**, v.38, p. 389-394, 2009.

CARDÉ, R.T.; LEE, H.; Effect of experience on the responses of the parasitoid *Brachymeria intermedia* (Hymenoptera: Chalcididae) to its host, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), and kairomone. **Annals of the Entomological Society of America**, v.82, p.653-657, 1989.

FATOUROS, N.E.; KISS, B.G.; DICKE, M.; HILKER, M. The response specificity of *Trichogramma* egg parasitoids towards infochemicals during host location. **Journal of Insect Behavior**, v.20, p.53-65, 2007.

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.

FISCHER, S; SAMIETZ, E.J; DORN, E.S. Efficiency of vibrational sounding in parasitoid host location depends on substrate density. **Journal of Comparative Physiology**, v.189, p.723-730, 2003.

FISCHER, S; SAMIETZ, J.; WACKERS, F.L.; DORN, S. Perception of Chromatic cues during host location by the pupal parasitoid *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera:Ichneumonidae). **Environmental Entomology**, v.33, p.81-87, 2004.

GICHINI, G.; LÖHR, B.; ROSSBASH, A.; NYAMBO, B.; GATHU, R. Can low releases numbers lead to establishment and spread of an exotic parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellén), in East Africa. **Crop Protection**, v.27, p.906-914, 2008.

HAUSMANN, C.; MATTIACCI, L.; DORN, S. Role of host feeding niches and host refuges in habitat-related behaviour of *Hyssopus pallidus* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the codling moth. **Bulletin of Entomological Research**, v.95, p.429-436, 2005.

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

KEASAR, T.; STEINBERG, S. Evaluation of the parasitoid *Copidosoma koehleri* for biological control of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, in Israeli potato fields. **Biocontrol Science and Technology**, v.18, p.325-336, 2008.

KRUGNER, R.; JOHNSON, M.W.; DAANE, K.M.; MORSE, J.G. Olfactory responses of the egg parasitoid, *Gonatocerus ashmeadi* Girault (Hymenoptera: Mymaridae), to host plants infested by *Homalodisca vitripennis* (Germar) (Hemiptera: Cicadellidae). **Biological Control**, v.47, p.8-15, 2008.

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

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

PETTERSSON, E.M.; HALLBERG, E.; BIRGERSSON, G. Evidence for the importance of odour-perception in the parasitoid *Rhopaligus tutela* (Walker) (Hym., Pteromalidae). **Journal of Applied Entomology**, v.125, p.293-301, 2001.

PINTO, A.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.

PINTO, A.S.; BOTELHO, P.S.M.; OLIVEIRA, H.N. **Guia de campo de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2009. 64 p.

PINTO, D.M.; NERG, A.M.; HOLOPAINEN, J.K. The role of ozone-reactive compounds, terpenes, and green leaf volatiles (GLVs), in the orientation of *Cotesia plutellae*. **Journal of Chemical Ecology**, v.33, p.2218-2228, 2007.

PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.715-718, 2005.

ROJAS, J.C.; CASTILLO, A.; VIRGEN, A. Chemical cues used in host location by *Phymastichus coffea*, a parasitoid of coffee berry borer adults, *Hypothenemus hampei*. **Biological Control**, v.37, p.141-147, 2006.

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.

TAKABAYASHI, J.; TAKAHASHI, S.; DICKE, M.; POSTHUMUS, M.A.. Developmental stage of herbivore *Pseudaletia separata* affects production of herbivore-induced synomone by corn plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, p.273-287, 1995.

VAN LEERDAM, M.BJ.; SMITH, J.W.; FUCHS, T.W. Frass-mediated host-finding behavior of *Cotesia flavipes*, a braconid parasite of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.78, p.646-650, 1985.

VILELA, E.F., DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo integrado de pragas**. 2 ed. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 206p.

WANG, XIAO-YI; YANG, ZHONG-QI; GOULD, J.R.; WU, H. MA, JIAN-HAI. Host-seeking behavior and parasitism by *Spathius agrili* Yang (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the emerald ash borer. **Biological Control**, v.52, p.24-29, 2010.

WILLIAMS, I.H.; FREARSON, D.J.T.; BARARI, F.H. First field evidence that use upwind anemotaxis for host-habitat location. **The Netherlands Entomological Society**, v.123, p.299-307, 2007.

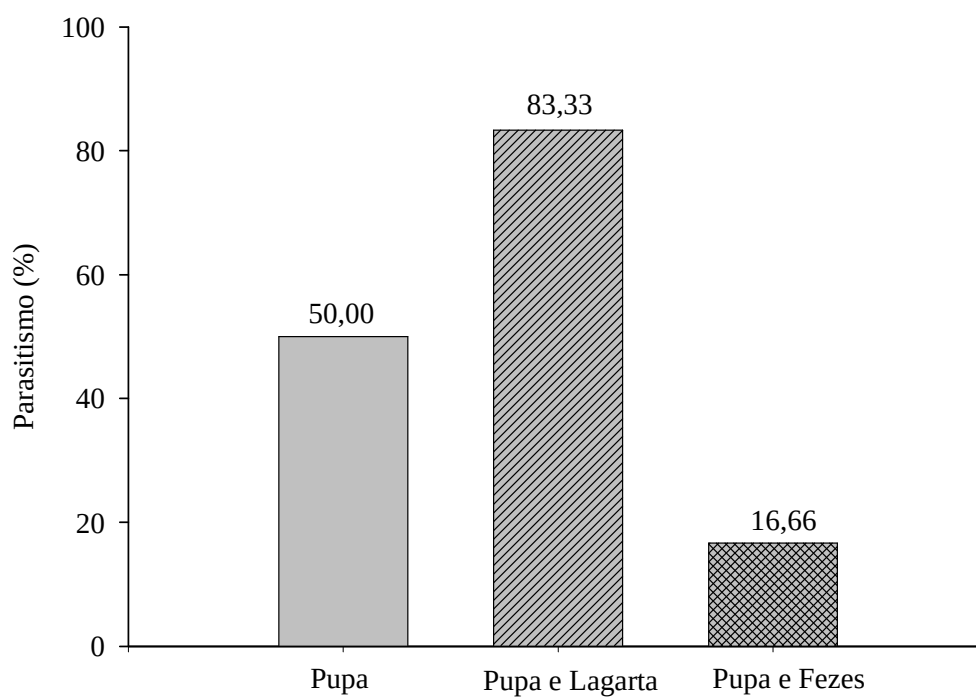


Figura 1 – Porcentagem de parasitismo de *Trichospilus diatraeae* em pupas de *Diatraea saccharalis* introduzidas em colmos de cana-de-açúcar. Os tratamentos foram representados por: Pupa, Pupa e Lagarta, Pupa e Fezes. A temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas ($\chi^2 = 3,896$; $P = 0,04$).

Tabela 1 – Médias ($\pm$ erro-padrão)¹ da progênie de *Trichospilus diatraeae* em pupas de *Diatraea saccharalis* introduzidas em colmos de cana-de-açúcar. Nos tratamentos com: Pupa, Pupa e Lagarta, Pupa e Fezes. A temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

Tratamentos	Progênie
Pupa	188, 00 $\pm$ 55,50a
Pupa e Lagarta	231, 57 $\pm$ 45,64a
Pupa e Fezes	(2)

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula por linha não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

⁽²⁾ Não houve dados para condução da análise.

CAPÍTULO III

Número de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar



Número de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar

Resumo: O número de parasitóides a ser liberado depende de sua capacidade de localizar o hospedeiro. O objetivo deste trabalho foi estimar o número de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em plantas de cana-de-açúcar. Em cada planta de cana foram selecionados três colmos, nos quais foi feito um orifício, para introduzir uma pupa de *D. saccharalis*. Após a fixação das pupas, cada planta de cana-de-açúcar foi envolvida, individualmente, por uma gaiola, sendo posteriormente liberadas, 84, 168, 336, 672, 1344 e 2688 fêmeas de *T. diatraeae*, representando proporções de 28, 56, 112, 224, 448 ou 896 parasitóides por pupa de *D. saccharalis*. *T. diatraeae* encontrou e parasitou as pupas de *D. saccharalis* distribuídas nas plantas de cana-de-açúcar. O número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* apresentou acréscimo com o aumento da proporção de 28 para 56 e tendência de estabilidade nas demais proporções. A densidade de 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é a indicada para a liberação deste parasitóide em plantios comerciais de cana-de-açúcar, considerando as condições metodológicas e ambientais em que este trabalho foi desenvolvido.

Palavras-chave: parasitóides, controle biológico, liberação.

Abstract: The number of parasitoids to be released depends on its ability to host location. The aim of this study was to estimate the number of female *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) for control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in plants of cane sugar. On each plant, three stalks were selected and a vest was made in each one to insert a *D. saccharalis* pupa. After pupae fixing, each plant of sugar cane was individually covered with a cage and later, 84, 168, 336, 672, 1344 and 2688 females of *T. diatraeae* were released, representing proportions of 28, 56, 112, 224, 448 or 896 parasitoids by pupa of *D. saccharalis*. *T. diatraeae* met and became a parasite from *D. saccharalis* pupae, which were allotted on the sugar cane plants. The number of *D. saccharalis* pupae living on *T. diatraeae* females presented an addition with an increase on the proportion of 28 to 56 and tended to stabilize on the other proportions. The density of 56 *T. diatraeae* females by *D. saccharalis* pupa is the designated one for the releasing of this parasitoid in commercial cultures of sugar cane, considering the methodological and environmental conditions on which this work was developed.

Keywords: parasitoids, biological control, release.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar, *Saccharum* spp. Cronquist, 1981 possui grande importância econômica devido a sua utilização na alimentação animal e como matéria prima para a fabricação do açúcar, álcool e aguardente (PEREIRA, 2008).

Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) destaca-se entre os insetos mais prejudiciais para a cana-de-açúcar (BORTOLI et al., 2005; PINTO et al., 2006). Os danos são intensificados devido à presença contínua da planta hospedeira no campo, a ocorrência simultânea de adultos e imaturos do inseto e o hábito alimentar da broca-da-cana (BORTOLI et al., 2005). Os pesticidas disponíveis comercialmente não tem sido eficientes para o controle da *D. saccharalis* (FREITAS et al., 2007), devido ao hábito da lagarta de permanecer a maior parte de seu desenvolvimento dentro dos colmos (SEGATO et al., 2006). Existem táticas que auxiliam na diminuição da população da *D. saccharalis*, como o plantio da cana-de-açúcar em épocas desfavoráveis ao desenvolvimento da praga, a introdução de variedades resistentes, a utilização de iscas de feromônio e, principalmente, o controle biológico através da utilização de parasitóides (SEGATO et al., 2006; PINTO et al., 2006; FREITAS et al., 2007).

Para o controle biológico da broca-da-cana utiliza-se o parasitóide de ovo *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (BOTELHO et al., 1995; BOTELHO et al., 1999; LIMA FILHO e DE LIMA, 2001; PINTO et al., 2003; PINTO et al., 2006; BROGLIO-MICHELETTI et al., 2007) e o parasitóide larval, *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (BOTELHO e MACEDO, 2002; SCAGLIA et al., 2005; PINTO et al., 2006).

Além dos parasitóides de ovos e de lagartas da broca-da-cana, existem algumas espécies que parasitam pupas de *D. saccharalis*, entretanto, pouco se conhece sobre esses parasitóides (PINTO et al., 2009). *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, preferencialmente da ordem Lepidoptera, que tem sido estudado como agente potencial no controle biológico de pragas (BOUCEK, 1976; PARON e BERTI-FILHO, 2000; FÁVERO, 2009; PINTO et al., 2009). No entanto, desenvolver estudos sobre a eficiência biológica de *T. diatraeae* sobre pupas *D. saccharalis*, em plantas de cana-de-açúcar, é uma etapa importante para possibilitar sua associação com os parasitóides já utilizados e assim aumentar a eficiência do programa de controle biológico da broca-da-cana.

O número de parasitóides a ser liberado é dependente da capacidade de localização do hospedeiro (SILVA-TORRES et al., 2009), espécie, linhagem do parasitóide, fenologia da planta, dispersão (PRATISSOLI et al., 2005; LANGHOF et al., 2005) e intensidade de infestação da praga (PASTORI et al., 2008).

Não se sabe qual o comportamento de parasitismo de *T. diatraeae* no campo para o controle de *D. saccharalis*, assim a determinação do número de parasitóides a serem liberados e da sua capacidade de busca podem fornecer informações importantes para programas de controle biológico com este parasitóide, em plantios de comerciais de cana-de-açúcar.

O objetivo deste trabalho foi estimar o número de fêmeas de *T. diatraeae* para controle de *D. saccharalis* em plantas de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos

O experimento foi conduzido na área da Fazenda Experimental e no Laboratório de Entomologia da UFGD da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Criação de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Para iniciar a criação, pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pela empresa Biosoluções de Dourados-MS. A criação seguiu a seguinte metodologia: após a eclosão, as lagartas desse lepidóptero foram colocadas em potes telados com dieta artificial onde permaneceram até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas 50 adultos (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas de PVC (10 x 22cm), revestido com folhas de papel sulfite umedecido, como substrato para oviposição, sobre placa de petri forrada com papel-filtro. As gaiolas de PVC foram fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico (PARRA, 2007).

Criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Os adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro. Para manutenção da criação, pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 24 horas. 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 do parasitóide (PARON e BERTI FILHO, 2000; FÁVERO, 2009).

Desenvolvimento experimental

A unidade experimental foi constituída por sete plantas de cana da variedade IAC 862480, entre 9 a 12 meses de idade, que foram selecionadas ao acaso, em plantio na área da Fazenda Experimental da UFGD. Para cada planta de cana foram selecionados três colmos, aleatoriamente, em cada um foi feito um orifício localizado em diferentes terços (superior, intermediário e inferior), sendo que, em cada orifício foi introduzida uma pupa de *D. saccharalis* com 24 horas de idade, com peso entre 0,170 a 0,200 g. Após a fixação das pupas, cada planta de cana-de-açúcar foi envolvida, individualmente, por uma gaiola confeccionada com tecido de organza (4,0 x 0,75 x 0,75 metros), sendo posteriormente liberadas, 84, 168, 336, 672, 1344, 2688 fêmeas de *T. diatraeae* por gaiola, representando as proporções de 28, 56, 112, 224, 448 ou 896 parasitóides por pupa de *D. saccharalis*. As fêmeas foram contadas e colocadas em tubos de vidro (2,5 x 15 cm) contendo uma gota de mel para alimentação. Na liberação os tubos com os parasitóides foram colocados na base de cada touceira da planta envolvida pela gaiola. O parasitismo foi permitido por 96 horas, sendo posteriormente, as pupas retiradas dos colmos, individualizadas em tubos de vidro (2,5 x 15 cm), mantidas no laboratório em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, para avaliação do parasitismo e emergência de *T. diatraeae*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos (seis densidades + testemunha) e quatro repetições realizadas no tempo. No tratamento testemunha as pupas foram distribuídas em plantas de cana nas mesmas condições e locais do colmo das plantas, mas sem liberação de *T. diatraeae*.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão a 5% de probabilidade. A escolha da equação que melhor se ajustou aos dados foi feita a partir do coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F, até 5% de probabilidade. Esses dados foram expressos em porcentagem para facilitar a interpretação.

Resultados

Pupas de *D. saccharalis* foram encontradas e parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* nas plantas de cana-de-açúcar. Essas pupas foram parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* no terço superior, intermediário e inferior dos colmos de cana-de-açúcar com percentual de parasitismo semelhante dentro de cada densidade estudada ($P > 0,05$).

O número de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. diatraeae* apresentou acréscimo com o aumento da proporção de 28 para 56 e tendência de estabilidade nas demais proporções ($F=63,0874$; $P=0,0156$) (Figura 1).

A porcentagem de parasitismo de pupas de *D. saccharalis* foi significativamente afetada pela densidade quando se utilizou 28 ou 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa, sendo o percentual de parasitismo de 33,00% na densidade de 28:1 e de 66,66% na densidade de 56:1. Nas densidades de 112:1, 224:1, 448:1, 896:1, foi encontrada porcentagem de parasitismo de 50% ($F=63,0874$; $P=0,0156$) (Figura 2).

Os dados ajustaram-se a função inversa de terceira ordem e a equação estimada indicou uma densidade média de 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* como a mais próxima da ideal.

Durante o experimento as temperaturas máxima e mínima foram $31,40 \pm 0,77$ °C e $20,30 \pm 0,38$ °C, respectivamente e a umidade relativa foi $74,20 \pm 1,34$ %.

Discussão

Trichospilus diatraeae encontrou e parasitou as pupas de *D. saccharalis* distribuídas nas plantas de cana-de-açúcar. As fêmeas parasitaram em todas as densidades, porém na proporção de 56 parasitóides por pupa obteve-se maior percentual de parasitismo.

Nas densidades de 448:1 e 896:1 o parasitismo foi insatisfatório, considerando o número de fêmeas utilizadas. Isto porque a eficiência do parasitóide pode ser reduzida pela competição intraespecífica, a medida que aumenta a densidade (NEIL e SPECHT, 1990; LOU et al., 2006). Neste contexto, o incremento demasiado no número de fêmeas parasitóides não implicará em aumento no percentual de parasitismo de hospedeiros.

A eficiência do controle de pragas por parasitóides depende de estudos que visem determinar o número ideal desses inimigos naturais a serem liberados (BELLOWS JR et al., 2006). Portanto, o número de fêmeas de *T. diatraeae* deve ser grande o suficiente para reduzir rapidamente a população de *D. saccharalis*, e ao mesmo tempo ser economicamente viável.

As pesquisas têm demonstrado que a eficiência dos parasitóides depende do seu manejo correto e uma profunda compreensão dos fatores que possam limitar o seu desempenho em condições de campo, como o número, a frequência e a distribuição das liberações (LI et al., 2006).

A relação do número de parasitóides por hospedeiro tem sido relatada por diversos autores. Por exemplo, o maior parasitismo de *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Oecophoridae) foi de 28 e 30 parasitóides, respectivamente (NAVA et al., 2007). A proporção de 16 fêmeas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por ovo de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) é a mais próxima da ideal para liberação em plantios comerciais de tomateiro estaqueado (PRATISSOLI et al., 2005). Por isso, o conhecimento prévio do número ideal de *T. diatraeae* a ser liberado em campo, pode aumentar a probabilidade de sucesso do controle da broca-da-cana.

As condições meteorológicas, como o vento, a chuva, a baixa umidade e alta temperatura podem afetar o vôo dos parasitóides, os níveis de parasitismo e a longevidade (CHAPMAN et al., 2009; LI et al., 2006). A combinação de alta temperatura e baixa umidade durante várias horas por dia reduziu a sobrevivência de *Copidosoma koehleri* Blanchard, 1940 (Hymenoptera: Encyrtidae) (KEASAR e STEINBERG, 2008).

O sucesso de programas de controle biológico com parasitóides é fortemente influenciado pelos fatores ambientais (ROUSSE et al., 2009). Este experimento foi instalado dez vezes, em seis aconteceram situações adversas como chuva, vento e elevada amplitude térmica, o que causou mortalidade de *T. diatraeae* e diminuiu consideravelmente sua eficiência de parasitismo sobre *D. saccharalis*. Por isto, recomenda-se que o parasitóide seja liberado em períodos com temperaturas amenas e preferencialmente em dias menos chuvosos.

Conclusões

Fêmeas de *T. diatraeae* encontraram e parasitaram pupas de *D. saccharalis*, após sua liberação, em plantas de cana-de-açúcar.

A densidade de 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é indicada para a liberação deste parasitóide em plantios comerciais de cana-de-açúcar, considerando as condições metodológicas e ambientais que este trabalho foi desenvolvido.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- BELLOWS JR, T.S.; PAINE, T.D.; BEZARK, L.G.; BALL, J. Optimizing natural enemy release rates, and associated pest population decline rates, *Encarsia inaron* Walker (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Homoptera: Aleyrodidae). **Biological Control**, v.37, p.25-31, 2006.
- BORTOLI, S.A.; DÓRIA, H.O.S.; ALBERGARIA, N.M.M.S.; BOTTI, M.V. Aspectos biológicos 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.; 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.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. 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.
- BROGLIO-MICHELETTI, S.M.; PEREIRA-BARROS, J.L.; SANTOS, A.J.N.; CARVALHOS, L.W.T.; OLIVEIRA, C.J.T. 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.
- CHAPMAN, A.V.; KUCHAR, T.P.; SCHULTZ, P.B.; BREWSTER, C.C. Dispersal of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in potato fields. **Environmental Entomology**, v.38, p.677-695, 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. 63f.

Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FREITAS, M.R.T.; SILVA, E.L.D.; MENDONÇA, A.D.L.; SILVA, C.E.; FONSECA, A.P.P.; MENDONÇA, J.D.S.S.; NASCIMENTO, R.R.D.; SANT'ANA, A.E.G. The biology of *Diatraea flavipenella* (Lepidoptera: Crambidae) under laboratory conditions. **Florida Entomologist**, v.90, p.309-313, 2007.

KEASAR, T.; STEINBERG, S. Evaluation of the parasitoid *Copidosoma koehleri* for biological control of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, in Israeli potato fields. **Biocontrol Science and Technology**, v.18, p.325-336, 2008.

LANGHOF, M.; MEYHOFER, R.; POEHLING, HANS-MICHAEL. Measuring the field dispersal of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.107, p.137-143, 2005.

LI, J.; YAN, F.; COUDRON, T. A.; PAN, W.; ZHANG, X.; LIU, X.; ZHANG, Q. Field release of the parasitoid *Microplitis mediator* (Hymenoptera: Braconidae) for control *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields in Northwestern China's Xinjiang Province. **Environmental Entomology**, v.35, p.694-699, 2006.

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

LOU, Y.; HUA, X.; TURLINGS, T.C.J.; CHENG, J.; CHEN, X.; YE, G. Differences in induced volatile emissions among rice varieties result in differential attraction and parasitism of *Nilaparvata lugens* eggs by the parasitoid *Anagrus nilaparvatae* in the field. **Journal of Chemical Ecology**, v.32, p.2375-2387, 2006.

NAVA, D.E.; TAKAHASHI, K.M.; PARRA, J.R.P. Linhagens de *Trichogramma* e Trichogrammatoidea para controle de *Stenoma catenifer*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.9-16, 2007.

NEIL, K.A., SPECHT, H.B. Field releases of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), egg population on sweet corn in Nova Scotia. **Canadian Entomology**, v.22, p.1259-1266, 1990.

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

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

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M.; SOUZA, A.; POLTRONIERI, A.S.; SCHUBER, J.M. 2008. Parasitismo de ovos da lagarta-enroladeira-da-maçã em

função do número de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberado. **Scientia Agrária**, v.9, p.497-504, 2008.

PEREIRA, L.G.B. **Cana-de-açúcar: principais insetos praga**. Belo Horizonte: CETEC, 2008. (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC).

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

PINTO, A.S.; BOTELHO, P.S.M.; OLIVEIRA, H.N. **Guia de campo de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 64p, 2009.

PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.715-718, 2005.

ROUSSE, P.; GOURDON, M.; ROUBAUD, M.; CHIROLEU, F.; QUILICI, S. Biotic and abiotic factors affecting the flight activity of *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of fruit fly pests. **Environmental Entomology**, v.38, p.896-903, 2009.

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. 415 p.

SCAGLIA, M.; CHAUD-NETTO, J.; BROCHETTO-BRAGA, M.R. CEREGATO, S.A.; GOBBI, N.; RODRIGUES, A. Oviposition sequence and offspring of mated and virgin females of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) parasiting *Diatraea saccharalis* larvae (Lepidoptera: Crambidae). **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v.1, p.283-298, 2005.

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.

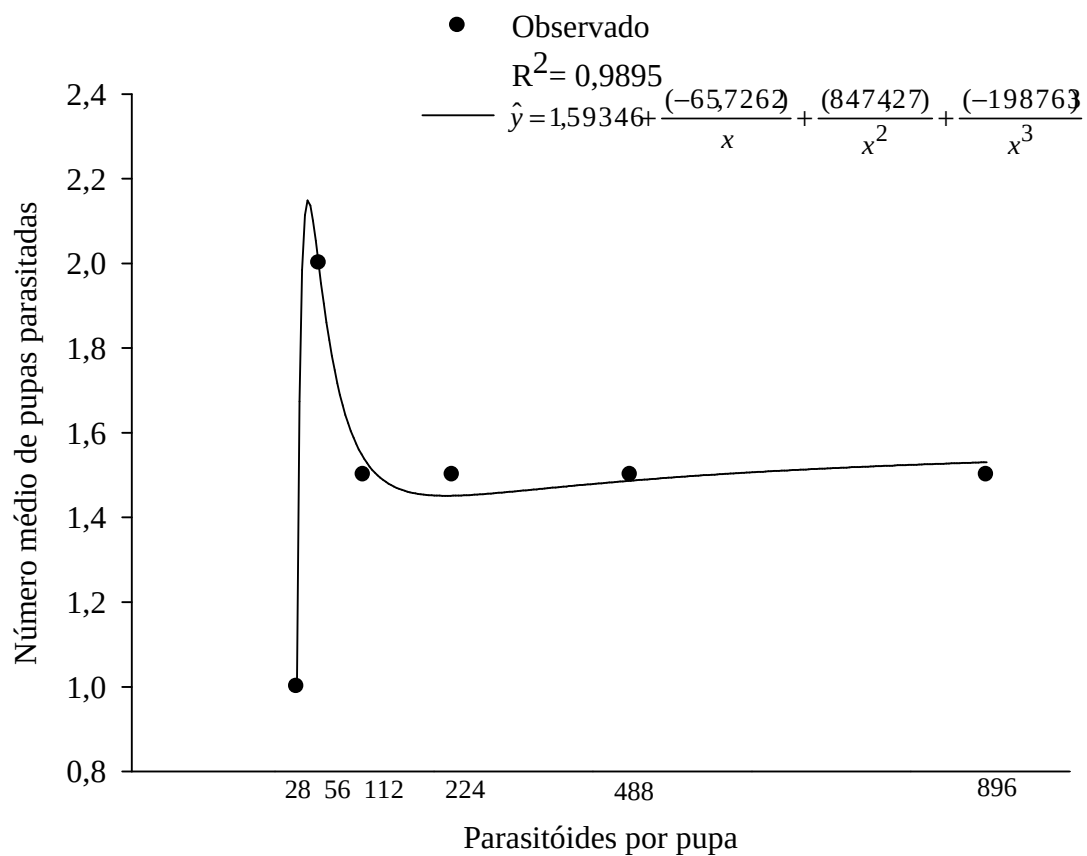


Figura 1 – Número médio de pupas de *Diatraea saccharalis* introduzidas em colmos de cana-de-açúcar e parasitadas por fêmeas de *Trichospilus diatraeae* ($F=63,0874$; $P=0,0156$).

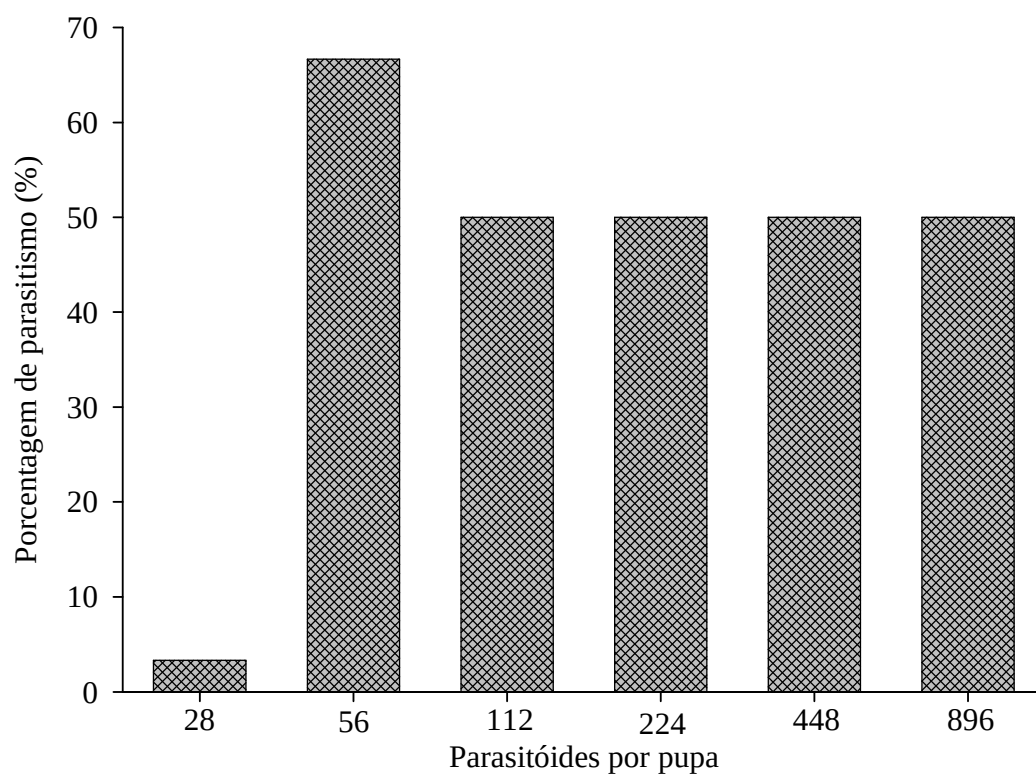


Figura 2 – Porcentagem de parasitismo de *Trichospilus diatraeae* sobre pupas de *Diatraea saccharalis* introduzidas em colmos de cana-de-açúcar (F=63,0874; P=0,0156).

CONCLUSÕES GERAIS

Trichospilus diatraeae parasitou e se desenvolveu em pupas de *Diatraea saccharalis* nas densidades 1:1, 7:1, 14:1, 21:1, 28:1 e 35:1, demonstrando a adequabilidade do hospedeiro para o desenvolvimento desse parasitóide.

As densidades de 14 a 21 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é ideal para criação desse parasitóide em condições de laboratório.

Fêmeas de *T. diatraeae* encontram e parasitam pupas de *D. saccharalis* introduzidas nos colmos da cana-de-açúcar, em condições de laboratório.

A presença de lagarta de *D. saccharalis* nos colmos favoreceu a localização da pupa desse hospedeiro pelo parasitóide, o que aumentou o percentual de parasitismo.

A presença de fezes da lagarta de *D. saccharalis* diminuiu o parasitismo de *T. diatraeae*, isto porque os odores oriundos das fezes *D. saccharalis* pode ter interferido no processo de localização da pupa pelo parasitóide.

Fêmeas de *T. diatraeae* conseguem encontrar e parasitar pupas de *D. saccharalis*, após sua liberação, em plantas de cana-de-açúcar, nas densidades 28:1, 56:1, 112:1, 224:1, 448:1 e 896:1.

A densidade de 56 fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* é indicada para a liberação deste parasitóide em plantios comerciais de cana-de-açúcar, considerando as condições metodológicas e ambientais que este trabalho foi desenvolvido.

As técnicas desenvolvidas mostraram-se apropriadas para a criação e liberação de *T. diatraeae* e poderão aumentar as possibilidades de sucesso desse inimigo natural em programas de controle biológico de lepidópteros pragas, principalmente, de *D. saccharalis*.

Outras pesquisas relacionadas ao comportamento de busca, capacidade de dispersão, número e pontos de liberação no campo, além da possibilidade de associá-lo com outros parasitóides (ovo e larva), precisam ser realizadas, para que o potencial de *T. diatraeae* seja melhor aproveitado em programas de controle biológico.