

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

**EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E HÍDRICAS DE *Trichospilus*
diatraeae (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS
DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

Maria Adriana Torqueti Rodrigues

Dourados-MS
(Março/2010)

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

**EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E HÍDRICAS DE *Trichospilus
diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS
DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

MARIA ADRIANA TORQUETI RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Co - Orientador: Prof. Dr. Valter Vieira Alves Júnior

Dourados-MS
(Março/2010)

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

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E HÍDRICAS DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

MARIA ADRIANA TORQUETI RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Co - orientador: Prof. Dr. Valter Vieira Alves Júnior

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

Dourados-MS
(Março/2010)

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal da Grande Dourados

595.7 Rodrigues, M.A.T..

R696e Exigências térmicas e hídricas de *Trichospilus diatraeae*
(Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis*
(Lepidoptera:Crambidae)/ M.A.T Rodrigues Dourados, MS: UFGD,
2009.

53 p.

Orientador: Prof. Dr.Fabricio Fagundes Pereira.

Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal da
Grande Dourados.

1. Controle biológico. 2. Praga. 3. Parasitóide pupal. 4. Cana - de
açúcar I. Título.

“Exigências térmicas e hídricas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)”

Por

Maria Adriana Torqueti Rodrigues

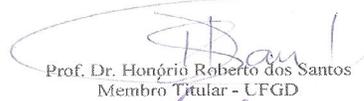
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Entomologia



Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira
Orientador - UFGD



Pesq. Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular – Embrapa/CPAO



Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos
Membro Titular - UFGD



Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular - UFGD

Aprovada em: 1º de março 2010

A Deus,

pela vida que me concede a cada dia.

A minha filha Lorena,

por seu amor incondicional.

Aos meus pais Maria Luiza D. Rodrigues e Darci T. Rodrigues (*in memoriam*),

pelo amor, educação e confiança.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida a cada dia, por estar sempre me iluminando, dando discernimento e protegendo-me.

A Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

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

Ao Professor Dr. Fabrício Fagundes Pereira pela orientação, ensinamentos, paciência e amizade.

Ao Professor Dr. Valter Vieira Alves Junior pela oportunidade inicial de orientação, pela amizade, confiança e incentivo.

A minha família, em especial as minhas irmãs Eliane, Fátima e Luzia, pelo companheirismo, apoio e incentivo constante.

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

A madrinha Sonia e padrinho José Queiroz, pelo amor, carinho, incentivo, confiança e por estarem sempre ao meu lado me ajudando na educação da minha princesa Lorena.

A todos os amigos que torceram por mim em especial a Andréia Sangalli, Carmen de Oliveira, Elaine Falavigna, Fátima Medeiros, Rose Benedita, Stela de Almeida Soares e Vânia Pelissari, pela amizade, incentivo, carinho e ajuda nos momentos difíceis, enfim por estarem sempre torcendo por mim e fazendo parte de minha vida.

Ao Dr. Leonardo Albuquerque Malta e a Dr^a. Nadia Pelissari pela confiança e acolhida em Julho de 2008.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação pelo companheirismo durante o curso, em especial a Lourdislene Braga Costa Miranda e Felipe Varussa de Oliveira Lima pela ajuda na disciplina de campo em Bodoquena.

A toda equipe do laboratório de Entomologia, em especial a Daniele Fabiana Glaeser, Elizangela Leite Vargas Grance, Maikon Alex Barbosa, Roberto Augusto

Chichera, pela amizade, trocas de favores, experiências realizadas e convívio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

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

A Sr.^a Lurdes Rovadoschi auxiliar do Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), pela amizade e carinho comigo e com a minha pequena Lorena desde a minha graduação.

Ao administrador da (FCBA), Cleiton de Almeida Rodrigues, pela atenção e serviços prestados.

A Bibliotecária da (UFGD), Erondina Alves da Silva pelos serviços prestados e atenção indispensada para obtenção de dados externos.

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

Ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), pelos dados climáticos fornecidos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido para obtenção das câmaras climatizadas e concessão de bolsa de estudo durante cinco meses.

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

Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	5
Cap. I - Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) para regiões produtoras de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul.....	8
Resumo.....	9
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	11
Resultados.....	13
Discussão.....	14
Conclusão.....	17
Referências.....	17
Cap. II - Efeito da umidade relativa na biologia de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	27
Resumo.....	28
Abstract.....	28
Introdução.....	29
Material e Métodos.....	30
Resultados.....	32
Discussão.....	32
Conclusões.....	34
Referências.....	34
Considerações Gerais.....	40

RESUMO GERAL

O potencial de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar no Brasil é pouco conhecido. Por isto, este estudo objetivou avaliar o efeito da temperatura e da umidade relativa do ar na biologia de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis*, visando sua produção em laboratório. Inicialmente foi investigado se as características biológicas de *T. diatraeae* criados em pupas *D. saccharalis* seriam afetadas por diferentes índices de temperatura. Pupas de *D. saccharalis* com idade de 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo por sete fêmeas de *T. diatraeae* com idade de 48 horas, permitiu-se o parasitismo por 24 horas. Após esse período as fêmeas de *T. diatraeae* foram retiradas e as pupas transferidas para câmaras climatizadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas, mantidas em temperaturas constantes. O aumento da temperatura reduziu a duração do ciclo de *T. diatraeae*, sendo que a 31°C, o parasitóide não concluiu seu ciclo de vida em pupas de *D. saccharalis*. A progênie desse parasitóide por pupa variou de 43 a 632 indivíduos e foi maior a 25°C. A temperatura base (TB) e constante térmica (K) desse parasitóide foram de 9,37°C e 257,60 graus-dia, respectivamente. O número médio de gerações por ano de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis*, baseando-se na temperatura média de 10 anos do Município de Dourados, Mato Grosso do Sul, foi estimado em 18,49 gerações anuais, enquanto, este número para *D. saccharalis* foi 5,38. O número estimado de gerações anuais de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* para os municípios de Dourados, Ivinhema, Ponta Porã, e Três Lagoas, Mato Grosso do Sul foi de 18,49; 18,00; 15,83; e 20,36 respectivamente. No segundo experimento, foi investigado se as características biológicas de *T. diatraeae* criados em pupas *D. saccharalis* seriam afetadas por diferentes índices de umidade relativa do ar. Pupas de *D. saccharalis*, com 24 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (14 cm de altura x 2,2 cm de diâmetro) com sete fêmeas de *T. diatraeae* com 48 horas de idade, sendo permitido o parasitismo por 24 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram retiradas, e as pupas transferidas para câmaras climatizadas a 25°C, nas umidades relativas do ar de 40, 50,

60, 70, 80, e 85% e fotofase de 14 horas. Os melhores resultados das características biológicas (porcentagem de parasitismo e de emergência, duração do ciclo de vida, progênie e razão sexual) de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis* foram obtidos ao se utilizar a temperatura de 25°C e umidade relativa de 80%, portanto sugere-se esta combinação para criação de *T. diatraeae* em laboratório.

Palavras-chave: parasitóide pupal, controle biológico, broca-da-cana.

ABSTRACT

The potencial of *Trichospilus diatraeae* Margabandhu and Cherian, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) for control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane in Brazil is little known. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of temperature and relative humidity of air the biology of *T. diatraeae* reared on pupae of *D. saccharalis*, for its production in the laboratory. Initially it was investigated if the biological characteristics of *T. diatraeae* pupae reared on *D. saccharalis* would be affected by different levels of temperature. Pupae of *D. saccharalis* aged 24 hours old were exposed to parasitism by seven females of *T. diatraeae* aged 48 hours, allowed to parasitism for 24 hours. After this period the females of *T. diatraeae* were removed and pupae transferred to acclimatized chambers at 16, 19, 22, 25, 28 and 31°C, 70 ± 10% relative humidity and photoperiod of 14 hours, maintained at temperature constant. Increasing the temperature reduced the cycle time *T. diatraeae*, being 31° C, the parasitoid has not completed its life cycle in pupae *D. saccharalis*. The progeny of parasitoids per pupa ranged 43 to 632 individuals and was highest at 25°C. The base temperature (TB) and thermal constant (K) of this parasitoid were 9.37 ° C and 257.60 day-degrees respectively. The average number of generations per year of *T. diatraeae* reared on pupae of *D. saccharalis*, based on the average temperature of 10 years in the city of Dourados, Mato Grosso do Sul was estimated 18.49 generations per year, while this number for *D. saccharalis* was 5.38. The estimated number of generations of *T. diatraeae* pupae of *D. saccharalis* for the cities of Dourados, Ivinhema, Ponta Pora and Tres Lagoas, Mato Grosso do Sul was 18.49, 18.00, 15.83, and 20.36 respectively. In the second experiment, it was investigated if the biological characteristics of *T. diatraeae* pupae reared on *D. saccharalis* would be affected by different levels of relative humidity. Pupae of *D. saccharalis*, with 24 hours of age were isolated in glass tubes (14 cm high x 2.2 cm in diameter) with seven females of *T. diatraeae* 48 hours old, being allowed to parasitism by 24 hours. After this period, females were removed and the pupae transferred to acclimatized chambers at 25°C, the relative humidity of 40, 50, 60, 70, 80, and 85% and photophase of 14 hours. The best results of biological characteristics (percentage of parasitism and Emergency cycle of life, progeny and sex ratio) of *T. diatraeae* reared on pupae of *D. saccharalis*

were obtained when using the 25°C and relative humidity of 80%, so we suggest this combination to create *T. diatraeae* in the laboratory.

Keywords: pupal parasitoid, biological control, the sugarcane borer.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma área cultivada de 8,9 milhões de hectares em 2008 e um récorde de produção no ano de 2009, de 687.076.726 toneladas, refletindo um aumento de 5,9% em comparação a 2008 (GUEDES et al., 2009). A lavoura canavieira sustenta as indústrias de açúcar e é responsável por mais de 40% do mercado mundial de álcool (GITAHY et al., 2006).

A expansão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar apresentou maior intensidade na região Centro-Oeste, sendo o Estado de Mato Grosso do Sul, o segundo maior produtor, com um aumento de 39,5% na produção e 34,4% de área plantada no ano de 2009 (GUEDES et al., 2009).

Apesar do alto índice de crescimento e o mercado se mostre promissor, a cultura da cana-de-açúcar sofre freqüentes crises e os países produtores precisam investir em tecnologias visando maior produtividade agrícola e industrial e a minimização dos impactos diretos sobre o meio ambiente (GITAHY et al., 2006).

Dentre os problemas fitossanitários na indústria sucroalcooleira, o ataque de insetos-praga têm se constituído um dos principais fatores limitantes para a produção e o rendimento da cultura da cana-de-açúcar (GITAHY et al., 2006). *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é um dos principais insetos-pragas que atacam esta planta, devido a sua ampla distribuição geográfica, intensidade do ataque e danos econômicos (CAMPOS e MACEDO., 2004).

D. saccharalis é uma mariposa com cabeça marrom, asas anteriores amarelo-palha, com asas posteriores esbranquiçadas com cerca de 22 a 25 mm de comprimento. A fêmea logo após o acasalamento faz a postura dos ovos nas folhas ainda verde, preferencialmente na face dorsal (GALLO et al., 2002). Após a primeira ecdise as lagartas penetram no colmo através da gema, perfurando e abrindo galerias de baixo para cima. As lagartas passam por 6 instares, após este período, passam para fase de pupa, até a emergência do adulto, podendo ser observados 4 ou 5 gerações anuais, durante todo o ciclo da cultura. A duração de cada período do ciclo biológico da broca pode variar em função de fatores climáticos (GITAHY et al., 2006).

A cana-de-açúcar pode ser injuriada por *D. saccharalis* durante todo o seu desenvolvimento. A lagarta pode causar prejuízos diretos pela abertura de galerias, ocasionando perda de peso da cana e provocando a morte das gemas apicais e como consequência, falhas na germinação, sintoma conhecido como “coração morto”. Além

disto, injúrias como brotações laterais, enraizamento aéreo, afinamento dos colmos, atrofia dos entrenós, atraso na maturação e falta de uniformidade no plantio, conseqüentemente, queda no rendimento agrícola (GITAHY et al., 2006).

Os prejuízos indiretos são causados por microrganismos que invadem o entrenó, através do orifício aberto na casca pela lagarta. Esses microrganismos, predominantemente fungos, *Fusarium moniliforme* e/ou *Colletotrichum falcatum* invertem a sacarose armazenada na planta, causando perdas pelo consumo de energia no metabolismo de inversão e porque os açúcares resultantes desse desdobramento (glicose e levulose) não se cristalizam no processo industrial. Quando a matéria prima se destina a produção de álcool, os microrganismos que penetram no entrenó aberto contaminam o caldo e concorrem com as leveduras na fermentação alcoólica (PINTO et al., 2006 a).

A utilização de inseticidas químicos para o controle da broca da cana-de-açúcar não é recomendada, devido aos prejuízos ambientais provocados e pela forma de aplicação dos mesmos na lavoura, que torna difícil a sua penetração no interior dos colmos. Devido a essas restrições e a necessidade de alternativas seguras têm-se aumentado o interesse por agentes biológicos para o controle desta praga (GITAHY et al., 2006).

O sucesso de programas de controle biológico depende da avaliação do potencial de inimigos naturais para o controle de pragas, com estudos de laboratório e de campo. Inimigos naturais, tais como parasitóides, predadores e entomopatógenos (fungos, bactérias e vírus) exercem um importante papel no controle natural da broca, agindo sobre as fases de lagarta e pupa (PINTO et al., 2006 b). O parasitóide *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasita ovos (BOTELHO, et al., 1999), porém o controle mais eficiente de *Diatraea* spp. tem sido realizado com o endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (PEREIRA-BARROS et al., 2005) e este é um dos mais bem sucedidos programas de controle biológico do mundo (BOTELHO e MACEDO, 2002). No entanto, escassos são os estudos no Brasil sobre os inimigos naturais da pupa de *D. saccharalis* (FÁVERO, 2009).

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, que tem sido estudado como agente de controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (CHERIAN e MARGABANDHU, 1942; BOUCEK, 1976). Os ovos de *T. diatraeae* tem em média 0,2mm de comprimento, são hialinos, sem esculturações,

e alongados nas extremidades. O período de incubação é de aproximadamente 24 horas. As larvas de 1 e 2 dias tem em média 0,35mm de comprimento, apresentam cutícula transparente, tornando-se esbranquiçada no estágio seguinte, com a segmentação do corpo bem definida. A fase larval dura de 7 a 8 dias. A pré-pupa tem em média 2,3mm de comprimento é branca e tem cabeça, tórax e abdome bem definidos. O período de pré-pupa e pupa dura de 9 a 10 dias, respectivamente. A pupa recém formada apresenta apêndices alares e olhos que são inicialmente de coloração rosácea e, posteriormente, tornam-se vermelhos. As fêmeas adultas têm em média 3,2mm de comprimento, abdome arredondado e possuem a inserção das antenas na parte central da cabeça. Os machos adultos têm em média 2,6mm de comprimento, abdome mais estreito e a inserção das antenas lateralmente (PARON, 1999).

No Brasil, a ocorrência de *T. diatraeae* foi registrada pela primeira vez em 1996 em pupas de Arctiidae em Piracicaba, São Paulo (PARON e BERTI-FILHO, 2000). Em 2001, foi relatado o parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *Cerconota anonella* (Sepp., 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) em plantios de gravioleira, em Planaltina, Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001). Esse parasitóide também foi coletado em pupa de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), em plantio de eucalipto, Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008).

T. diatraeae se desenvolveu em pupas de *D. saccharalis*, *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON e BERTI-FILHO, 2000) e *T. arnobia* (PEREIRA et al., 2008) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (FÁVERO, 2009).

Para que se tenha sucesso em programas de controle biológico de pragas, um dos fatores a se estudar é a capacidade que os inimigos naturais apresentam para sobreviver e se reproduzir, principalmente sob condições extremas de temperatura e umidade relativa do ar (PANIZZI e PARRA, 2009). Regiões distintas de um país apresentam variações climáticas, principalmente de temperatura e umidade relativa do ar, que podem interferir nas atividades biológicas de parasitóides, tais como capacidade de parasitismo, fecundidade, progênie, razão sexual e longevidade (DUALE, 2005; EMANA, 2007).

O estudo das exigências térmicas dos insetos pode facilitar a compreensão da relação entre temperatura e desenvolvimento da espécie; previsão do número de gerações no campo; e da melhor época para controlá-lo. Em laboratório, a determinação

da temperatura ótima fornece subsídio para a obtenção do número de indivíduos desejados, com previsão de sobrevivência, duração e capacidade reprodutiva das fêmeas em temperaturas conhecidas (PRATISSOLI e PARRA, 2000; PEREIRA et al., 2004).

Variações climáticas podem comprometer o sucesso de um programa de controle biológico com a utilização de *T. diatraeae* para controle de *D. saccharalis*, também denominada broca-da-cana de açúcar. Por isto, este estudo objetivou avaliar o efeito da temperatura e da umidade relativa do ar na biologia de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis*, visando sua produção em laboratório e liberação em cultivos de 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

- BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*, In: PARRA, et al. (eds.), **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002. 412 p.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.
- CAMPOS, M.B.S.; MACEDO, N. Cana-de-açúcar – Ampliando campo de ataque, **Cultivar; Grande Culturas**, Pelotas, v.6, p.23-26, 2004.
- 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.
- DUALE, A.H. Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of the Stem Borer Parasitoid *Pediobius fuvvus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) for the Management of Stem Borers. **Entomological Society of America**, v.34, p.1-5, 2005.
- EMANA G.D. Comparative studies of the influence of relative humidity and temperature on the longevity and fecundity of the parasitoid, *Cotesia flavipes*. **Journal of Insect Science**, v.19, p.1-7, 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. 63p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- 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. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. 531p.
- GITAHY, P.M.; GALVÃO, P.G.; SIMÕES-ARAÚJO, J.L.; BALDANI, J.I. Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de broca-

de-cana *Diatraea saccharalis*. **Embrapa Agrobiologia**, 2006. 44p. (Embrapa Agrobiologia - Documento 214).

GUEDES, C.A.B.; ALMEIDA, C.R.G.; ARAUJO, H.C.; SOUZA, M.A.; ROCHA, N.A.; CORRÊA, P.R.M.; FERRY, R.V.; BRANCO, T.C.V.; FILHO V.L.S.; SOARES, W.L. Levantamento Sistemático de Produção Agrícola. Rio de Janeiro: IBGE. v.21, n.12, p.1-80, 2009 (**Relatório anual** apresentado ao Instituto Brasileiro de Geografia, Brasília). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: (14/02/2010).

LIMA FILHO, M. **Informações sobre a broca da cana-de-açúcar e alguns de seus inimigos naturais**. Campo dos Goytacazes: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

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**, 2001. (Comunicado Técnico-Embrapa n.51).

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. 1. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 2009. 1164 p.

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. 1999. USP. 1999. 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, F.F.; BARROS R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p. 231-236, 2004.

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

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

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

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

SOUZA, D.T. **Controle Biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP2, 2006b. 287p.

PRATISSOLI, D.; PARRA J.R.P. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) at different temperatures. **Journal applied Entomology**, v.124, p.339-342, 2000.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I. Cultivo do milho: manejo integrado de pragas (MIP). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 16p. (**Comunicado Técnico**, n.50).

CAPÍTULO I

**Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de
Trichospilus diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae) para regiões
produtoras de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul**

Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para regiões produtoras de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul

Resumo: Para o uso de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar, torna-se necessário estudar suas exigências térmicas, pois a temperatura pode afetar o metabolismo e aspectos bioecológicos dos insetos. Por isto, esta pesquisa objetivou avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*. Permitiu-se o parasitismo por 24 horas. Após esse período as pupas parasitadas foram transferidas em tubos para câmaras climatizadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. O aumento da temperatura reduziu a duração do ciclo de *T. diatraeae*, sendo que a 31°C, o parasitóide não concluiu seu ciclo de vida em pupas de *D. saccharalis*. A progênie desse parasitóide por pupa variou de 43 a 632 indivíduos e foi maior a 25°C. A temperatura base (TB) e constante térmica (K) desse parasitóide foram de 9,37°C e 257,60 graus-dia, respectivamente. O número médio estimado de gerações anuais de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* para os municípios de Dourados, Ivinhema, Ponta Porã e Três Lagoas, Mato Grosso do Sul foi de 18,49; 18,00; 15,83 e 20,36, respectivamente. *T. diatraeae* apresentou desenvolvimento satisfatório em pupas de *D. saccharalis*, entre 16°C a 28°C e, por isto, esse parasitóide pode ser criado em laboratório nesta faixa térmica.

Palavras-chave: praga, parasitóide pupal, temperatura.

Abstract: For the use of *Trichospilus diatraeae* Margabandhu and Cherian, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) in the control of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane, it becomes necessary to study their thermal requirements, because temperature can affect the metabolism and bio-ecological aspects of insects. Therefore, this study is to evaluate the effect of temperature on development of *T. diatraeae* pupae of *D. saccharalis*. It allowed the parasitism by 24 hours. After this

period the parasitized pupae were transferred in tubes to acclimatized chambers at temperatures of 16, 19, 22, 25, 28 and 31°C, 70 ± 10% relative humidity and photoperiod of 14 hours, kept constant. Increasing the temperature reduced the cycle time *T. diatraeae*, and at 31 ° C, the parasitoid did not complete its life cycle in pupae of *D. saccharalis*. The progeny of parasitoids per pupa ranged 43 to 632 individuals and was highest at 25 ° C. The base temperature (TB) and thermal constant (K) of this parasitoid was 9.37 ° C and 257.60 day-degrees respectively. The estimated average number of generations of *T. diatraeae* pupae of *D. saccharalis* for the cities of Golden, Ivinhema, Ponta Pora and Tres Lagoas, Mato Grosso do Sul was 18.49, 18.00, 15.83 and 20.36, respectively. *T. diatraeae* showed satisfactory development in pupae of *D. saccharalis*, between 16 ° C to 28 ° C and, therefore, this parasitoid can be reared in the laboratory in this temperature range.

Keywords: pest, parasitoid pupae temperature.

Introdução

Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é a principal praga da cana-de-açúcar, cujos danos são responsáveis por relevantes perdas na produção de açúcar e álcool (GALLO et al., 2002). Dentre os métodos de supressão populacional dessa praga para as condições brasileiras, o controle mais eficiente têm sido por meio do endoparasitóide larval *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) (PEREIRA-BARROS, 2005; PINTO et al., 2006). Pesquisas também foram desenvolvidas com parasitóide de ovos do gênero *Trichogramma galloi* para o controle de *D. saccharalis* (BOTELHO, et al., 1999; LIMA FILHO e DE LIMA, 2001; LIMA FILHO e DE LIMA, 2003; PEREIRA-BARROS, 2005). Porém, escassos são os estudos no Brasil sobre os inimigos naturais da pupa de *D. saccharalis* (FÁVERO, 2009).

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide pupal, que apresenta potencial para ser utilizado como alternativa de controle de lepidópteros-praga. Este parasitóide foi estudado como agente de controle biológico de pragas da cana-de-açúcar, milho e algodão em diversos países da África, Ásia e Américas (BOUCEK, 1976).

A determinação das exigências térmicas de insetos é importante, pois em função de suas necessidades térmicas e do local analisado, podem existir variações na densidade populacional da praga e de seus inimigos naturais (HADDAD et al., 1999). O desenvolvimento do inseto tende a ser alterado em temperatura acima ou abaixo da temperatura ótima (BAZZOCCHI et al., 2003). A faixa de temperatura deve ser determinada, pois podem interferir na sobrevivência, fecundidade, fertilidade, parasitismo e longevidade dos parasitóides (URBANEJA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2004).

O estudo das exigências térmicas dos insetos pode facilitar a compreensão da relação entre temperatura e desenvolvimento da espécie, previsão do número de gerações no campo e da melhor época para controlá-lo. Em laboratório, a determinação da temperatura ótima fornece subsídio para a obtenção do número de indivíduos desejados, com previsão de sobrevivência, duração e capacidade reprodutiva das fêmeas em temperaturas conhecidas (PRATISSOLI e PARRA, 2000; PEREIRA et al., 2004; PRATISSOLI et al., 2006, ZAGO et al., 2006). Por isto o objetivo desta pesquisa foi determinar as exigências térmicas de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* em laboratório e estimar o número de gerações desse parasitóide para localidades produtoras e/ou com potencial de produção de cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos:

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) e da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, com as seguintes etapas:

Etapa I - Criação do hospedeiro e do parasitóide para montagem dos experimentos:

Criação de *Diatraea saccharalis*. Pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pela empresa Biosoluções. 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 com 10 cm de diâmetro e 22 cm de altura, 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. Os adultos emergidos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10%, colocada em recipientes plásticos (3,0 cm de diâmetro x 4,0 cm de altura) e fornecida aos insetos, por capilaridade, por meio de um pavio de algodão inserido nos recipientes (PARRA, 1999).

Criação de *Trichospilus diatraeae*. Os adultos de *T. diatraeae* oriundos da criação do Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrárias (UFGD); foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão 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 72 horas. Após esse período as pupas parasitadas foram individualizadas e mantidas à temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos (FÁVERO, 2009).

Etapas II – Desenvolvimento Experimental:

Efeito da temperatura no desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis*. Pupas de *D. saccharalis*, com 24 horas de idade e com peso entre 0,180g e 0,230g (para evitar grande variação na biomassa do hospedeiro), foram individualizadas em tubos de vidro (14 cm de altura x 2,2 cm de diâmetro) com sete fêmeas de *T. diatraeae* (número de fêmeas suficiente para garantir 100% de parasitismo das pupas) (FÁVERO, 2009), com 48 horas de idade sendo permitido o parasitismo por 24 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram retiradas, e as pupas parasitadas foram transferidas em tubos para câmaras climatizadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C , $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas, mantidas constantes. Foram avaliados a duração do ciclo (ovo-adulto), diariamente, sempre no mesmo horário; a porcentagem de emergência, progênie, longevidade de fêmeas e razão sexual ($rs = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de fêmeas}}{\text{n}^{\circ} \text{ de fêmeas} + \text{n}^{\circ} \text{ de machos}}$). O sexo dos parasitóides foi determinado pelas características morfológicas da antena e abdome dos mesmos

(DELVARE e LASALLE, 1993; BITTENCOURT e BERTI-FILHO, 1999). A mortalidade natural dos hospedeiros foi calculada nas mesmas condições ambientais do experimento (ABBOTT, 1925).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e 12 repetições. Os dados 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 feita a partir do modelo linear e cúbico, 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). Os valores da porcentagem de emergência de progênie de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados com distribuição binomial ($P \leq 0,05$) com o R Statistical System (IHAKA e GENTLEMAN, 1996).

A temperatura base (T_b) e a constante térmica (K) foram calculadas pelo método da hipérbole (HADDAD et al., 1999), através do programa mobae, baseando-se na duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* nas temperaturas testadas para se determinar às exigências térmicas. O número de gerações anuais desse parasitóide foi estimado para os Municípios de Dourados, Ivinhema, Ponta Porã e Três Lagoas, Mato Grosso do Sul com a equação: $NG = \{T(T_m - T_b)/K\}$, onde: K = constante térmica, T_m = a temperatura média para cada localidade estudada, T_b = temperatura base e T = Número de dias por mês, baseando-se nas normais térmicas dessas localidades produtoras e/ou com potencial de cana-de-açúcar. Os dados climáticos referentes aos últimos dez anos das localidades estudadas foram fornecidas pelo (INMET), Instituto Nacional de Meteorologia.

Resultados

A duração média do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* reduziu com aumento da temperatura ($R^2 = 0,7909$; $F = 174,0391$; $P = 0,0001$; $gl_{\text{erro}} = 47$) (Figura 1). *T. diatraeae* não concluiu seu ciclo de vida em pupas de *D. saccharalis* na faixa térmica de 31°C, mas observou-se a presença de pré-pupas desse parasitóide em praticamente todas as pupas de *D. saccharalis* nessa temperatura.

A porcentagem de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi influenciada pelas temperaturas (100% a 16°C e 19°C; 66,66% a 22°C; 91,66% a 25°C;

41,60% a 28°C ($\chi^2 = 46,754$; $P = 0,0002$) (Figura 2). Sendo que a 31°C não houve a emergência do parasitóide.

A progênie de *T. diatraeae* por pupas de *D. saccharalis* foi de $264,75 \pm 40,69$ a 16°C e $385,09 \pm 36,28$ a 25°C, sem diferença estatística ($P > 0,05$) (Figura 3).

A longevidade em dias de fêmeas de *T. diatraea* emergidas de pupas de *D. saccharalis* foi maior a 16°C ($34,40 \pm 1,52$) e menor a 28°C ($1,5 \pm 0,19$) ($R^2 = 0,8829$; $F = 178,3684$; $P = 0,0001$; $gl_{\text{erro}} = 74$) (Figura 4).

A razão de sexual de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi semelhante nas diferentes temperaturas, com médias de 0,80; 0,87; 0,89; 0,84; 0,90 a 16; 19; 22; 25; e 28 °C, respectivamente ($P > 0,05$).

As exigências térmicas, para a fase imatura de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi baseada no modelo $Y = (1/D) = -0,036393 + 0,003882x$ ($R^2 = 95,64$), cujos valores para a temperatura base (T_b) e constante térmica (K) foram de 9,37°C e 257,60 graus-dia (GD), respectivamente (Figura 5).

O número médio de gerações por ano de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis*, baseando-se na temperatura média de 10 anos do Município de Dourados, Mato Grosso do Sul, foi estimado em 18,49 gerações anuais, enquanto, este número para *D. saccharalis* foi 5,38 (Figura 6).

O número médio estimado de gerações por ano de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* para os municípios de Dourados, Ivinhema, Ponta Porã e Três Lagoas foi de 18,49; 18,00; 15,83; 20,36 respectivamente (Figura 7).

Discussão

A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura (16°C a 28°C), exceto para a faixa térmica de 31°C, em que este parasitóide não concluiu seu ciclo. Este fato mais uma vez, vem a confirmar que a temperatura afeta o metabolismo, reprodução, longevidade e comportamento alimentar dos insetos (BITTENCOURT e BERTI FILHO, 2004). É importante ressaltar, que a temperatura pode ser manipulada para se produzir em larga escala e prever o número de gerações de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis* em laboratório, visando sua utilização em programas de

controle biológico, principalmente, dessa praga. Ou seja, de posse dos valores de duração do ciclo de *T. diatraeae*, pode utilizar-se baixa temperatura (16°C), para prolongar o ciclo de vida desse parasitóide, visando diminuir seu número de gerações em laboratório, o que é importante quando a incidência de *D. saccharalis* é constatada abaixo do nível de dano econômico, e que conseqüentemente exige menor demanda de *T. diatraeae* no campo.

T. diatraeae não concluiu seu ciclo de vida a 31°C em pupas de *D. saccharalis*, mas 91,66% dessas pupas tinham pré-pupas desse parasitóide. A mortalidade de *T. diatraeae* no estágio de pré-pupa indica que o limite térmico superior para a fase de pupa se encontra abaixo de 31°C. O excesso de perda de água pela pupa de *D. saccharalis*, nessa faixa térmica, pode ter contribuído para que este parasitóide não completasse seu ciclo. Portanto, *T. diatraea* não deve ser criado nessa temperatura. Fato semelhante foi constatado para o parasitóide *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2009). Isto comprova que a temperatura é um fator que pode interferir no desenvolvimento de *T. diatraeae*.

Os altos índices de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* nas temperaturas entre 16°C e 25°C, demonstram que esse parasitóide pode ser criado nessa faixa térmica sem comprometer seu desenvolvimento. Uma justificativa para este fato é que os primeiros indivíduos de *T. diatraeae* coletados em campo e que originaram as populações desse parasitóide que atualmente são criados em laboratório, foram obtidos em Viçosa, Minas Gerais, município com temperatura média anual de 19,4°C e por isto, estes indivíduos poderiam estar adaptados a temperaturas mais baixas.

O maior número da progênie de *T. diatraeae* por pupas de *D. saccharalis* foi observado na temperatura de 25°C. Apesar do número de indivíduos ter sido maior nessa temperatura, essa característica biológica foi considerada satisfatória em todas as temperaturas estudadas, por apresentar maior proporção de fêmeas em relação a machos desse parasitóide, o que é importante num sistema de criação massal e na seleção de indivíduos para liberação no campo, além disso, fêmeas são as responsáveis pela sua geração seguinte e pelo parasitismo, impedindo a sobrevivência do adulto da praga (DUALE, 2005).

A maior média de longevidade em dias de fêmeas de *T. diatraeae* emergidas de pupas de *D. saccharalis* foi constatada na temperatura de 16°C, 34,4 dias e se estabilizou entre as temperaturas de 22°C e 25°C com média de 17 a 18 dias de

sobrevivência, faixa térmica, que pode ser considerada ideal para a sobrevivência de fêmeas deste parasitóide, pois considera-se a hipótese, de que estas viveriam tempo suficiente para encontrar machos e hospedeiros para copular e se reproduzir. Sendo que a 28 °C todas as fêmeas de *T. diatraeae* estavam mortas após 3 dias. Estudos indicam que a longevidade está relacionada a diversos fatores como alimentação, condições ambientais e gasto de energia durante a cópula e oviposição (PACHECO e CORREA-FERREIRA, 1998).

O conhecimento das exigências térmicas permite calcular e estimar o tempo necessário para o completo desenvolvimento de insetos-praga e de parasitóides (FERREIRA et al., 2003). Isto possibilita que se compare os resultados referentes às exigências térmicas de *T. diatraeae* ($T_b = 9,37^{\circ}\text{C}$ e $GD = 257,60$) obtidos neste trabalho aos de *D. saccharalis*, que foram de ($T_b = 9,4^{\circ}\text{C}$ e $GD = 882,53$) (MELO, 1984). Em função da temperatura e das exigências térmicas, pode-se verificar o número de gerações por ano, e baseando-se na temperatura média de 10 anos do Município de Dourados, Mato Grosso do Sul, verificou-se que *T. diatraeae* apresentou maior número de gerações anuais (18,49), evidenciando que seu crescimento populacional será mais rápido que o de *D. saccharalis* (5,38) gerações anuais. Isto é importante, para que se obtenha eficiência no controle biológico dessa praga, pois a mesma apresenta elevado potencial biótico e capacidade de se proteger contra predadores e parasitóides, além de resistir às mudanças climáticas (GALLO et al., 2002).

O desenvolvimento de *T. diatraeae* foi satisfatório em pupas de *D. saccharalis*, nas temperaturas entre 16°C a 28°C. Portanto, caso sejam feitas liberações visando o controle de *D. saccharalis* é importante mencionar, que as liberações devem ser realizadas no período da manhã ou final da tarde, em dias cuja temperatura média estejam oscilando abaixo de 31°C, ou seja próximas as temperaturas testadas neste experimento, uma vez que, este parasitóide pode não ter um bom desempenho de parasitismo e dispersão em altas temperaturas no campo. Como neste trabalho estudou-se apenas o desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*, é importante mencionar que é necessário verificar se *T. diatraea* consegue parasitar a 31°C. Isto é importante, pois em condições de campo, apenas o parasitismo já é suficiente para impedir a continuidade do ciclo de *D. saccharalis*.

Essas informações serão importantes na implantação e manutenção de um programa de controle biológico dessa praga para regiões produtoras de cana-de-açúcar principalmente para o estado de Mato Grosso do Sul.

Conclusão

T. diatraeae apresentou desenvolvimento satisfatório em pupas de *D. saccharalis*, entre 16°C a 28°C, por isto, esse parasitóide pode ser criado em laboratório nesta faixa térmica.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- BAZZOCCHI, G.G., LANZONI, A.; BURGIO, G.; FIACCONI, M.R. Effects of temperature and host on the pre-imaginal development of the parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae). **Biology Control**, v.26, p.74-82, 2003.
- BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI-FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.65-68, 2004.
- BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI-FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v.56, p.1281-1283, 1999.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabri.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin Entomological Research**, v.65, p.669-681, 1976.
- DELVARE, G.; LASALLE, J. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from the Neotropical region, with the description of a new species parasitica on key pests of oil palm. **Journal National History**, v.27, p.435-444, 1993.
- DUALE, A.H. Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of the Stem Borer Parasitoid *Pediobius furrus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) for the Management of Stem Borers. **Entomological Society of America**, v.34, p.1-5, 2005.
- FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

FERREIRA, S.W.J.; BARROS, R.; TORRES, J.B. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Hurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, p.407-411, 2003.

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

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.

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

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

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.

MELO A.B.P. **Biologia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera - Pyralidae) em diferentes temperaturas para determinação das exigências térmicas**. 1984. 101p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

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

PARRA, J.R.P. **Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1999. 69 p.

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

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

PEREIRA-BARROS, J.L.; BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.; SANTOS, A.J.N.; CARVALHO, L.W.T.; CARVALHO, L.H.T.; OLIVEIRA, C.J.T. Aspectos biológicos

de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.714-718, 2005.

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

PRATISSOLI, D.; PARRA J.R.P. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) at different temperatures. **Journal applied Entomology**, v.124, p. 339-342, 2000.

PRATISSOLI, D.; REIS, E.F.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L.; TAMANHONI, T. Biologia e exigências térmicas de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciência Rural**, v.36, p.1671–1677, 2006.

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V.; SOGLIA, M.D. de. Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.341-346, 2004.

URBANEJA, A.; LLÁCER, E.; GARRIDO, A.; JACAS, J.A. Effect of temperature on the life history of *Cirrospilus* sp. near *Lyncus* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Biological Control**, v.21, p.293-299. 2001.

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

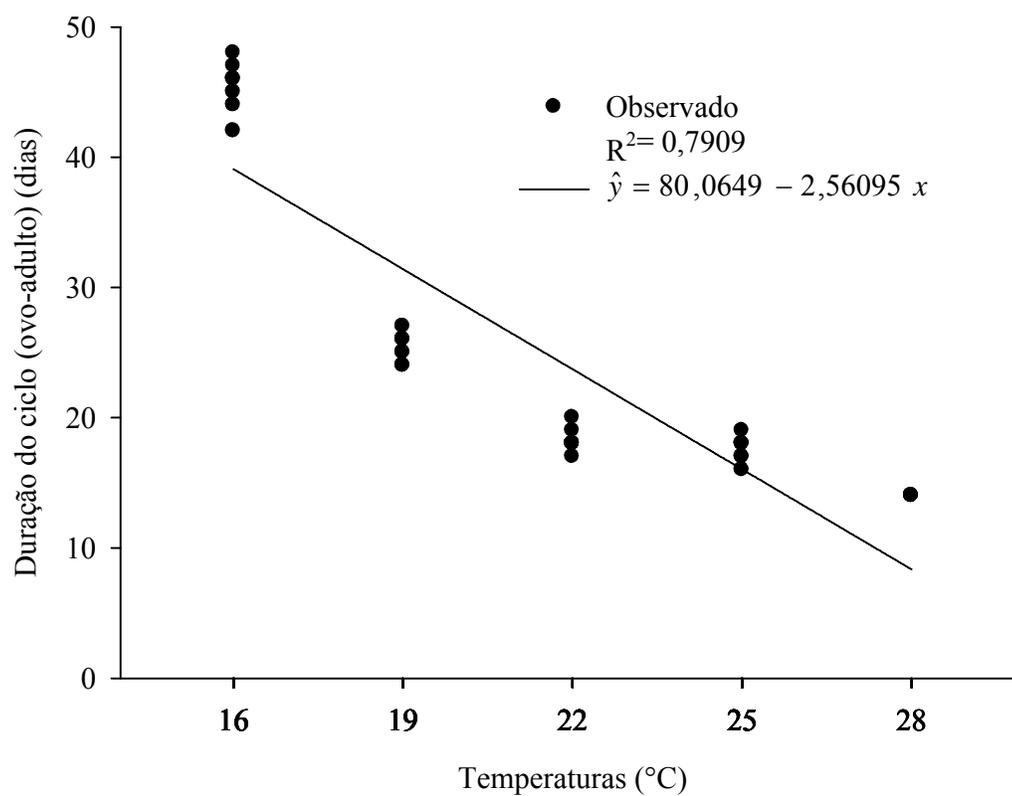


Figura 1 - Duração do ciclo (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) por diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F= 174,0391$; $P= 0,0001$).

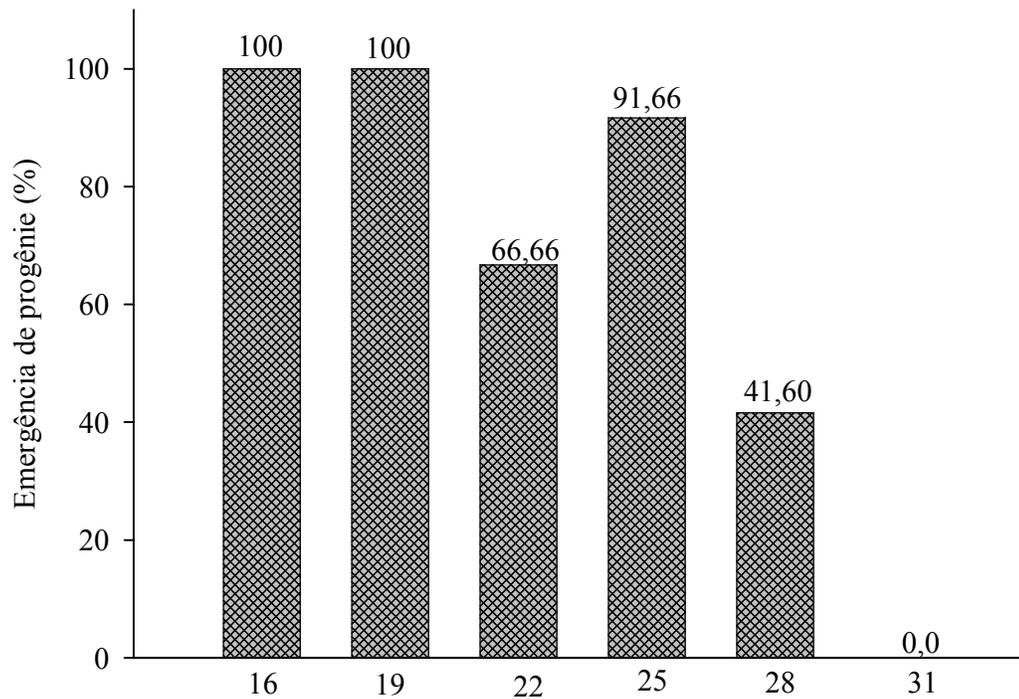


Figura 2 – Porcentagem de emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($\chi^2 = 13,294$; $P = 0,0002663$).

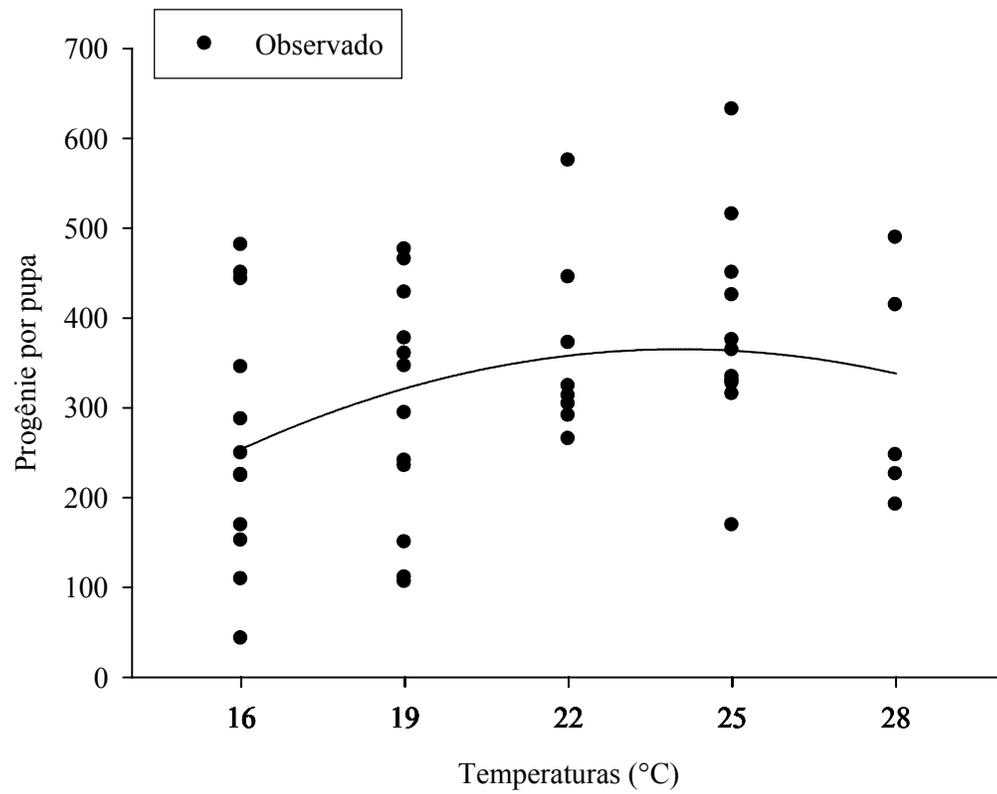


Figura 3 – Progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($P > 0,05$).

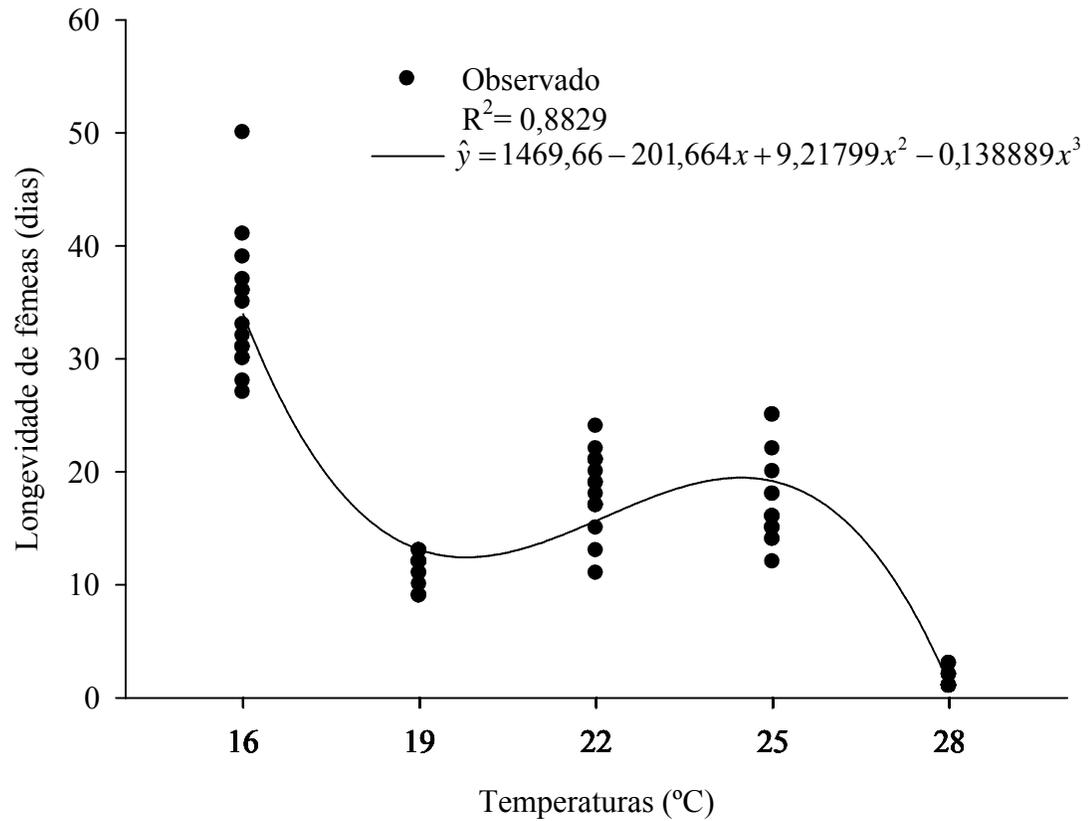


Figura 4 – Longevidade de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidas de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes ($F=178,3684$; $P= 0,0001$).

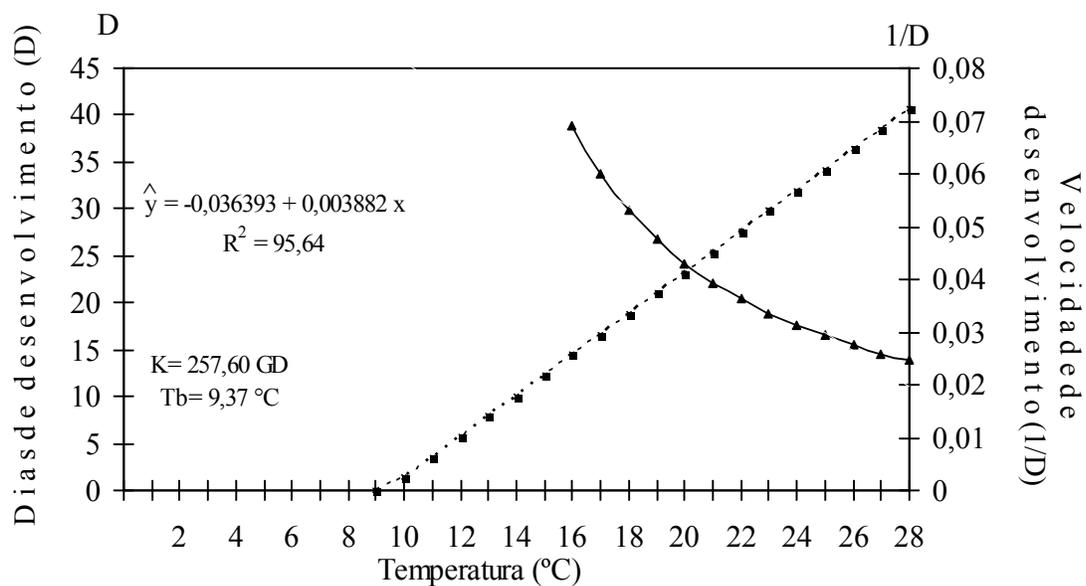


Figura 5 – Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes temperaturas. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, mantidas constantes.

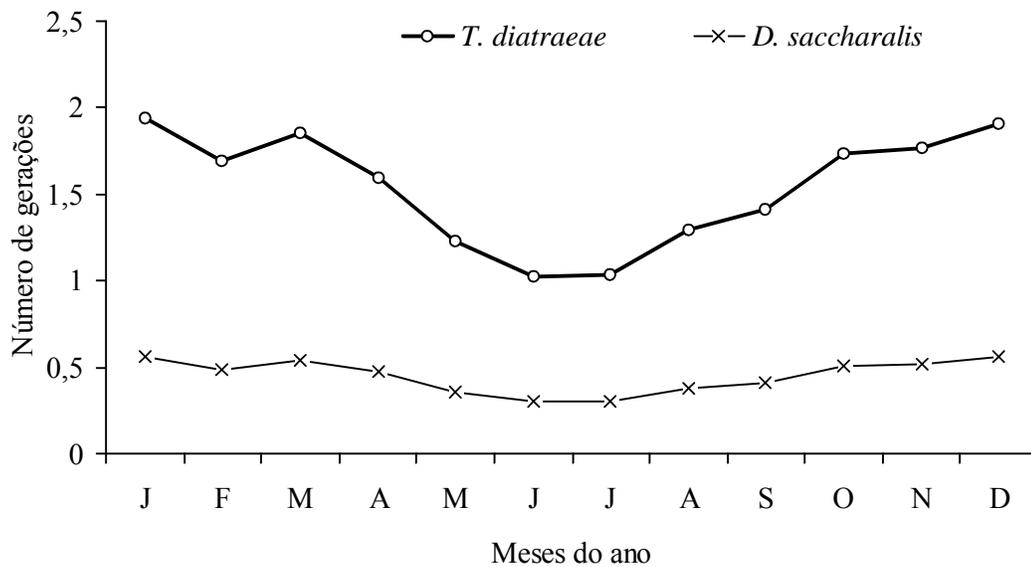


Figura 6 – Estimativa do número médio mensal de gerações de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) para o município de Dourados, Mato Grosso do Sul.

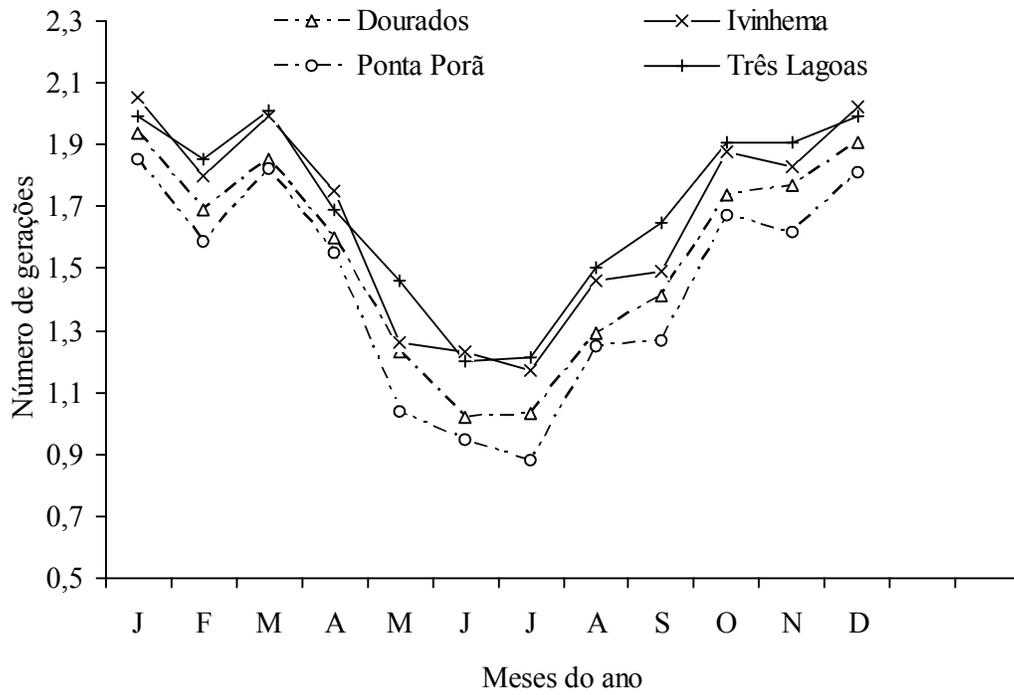


Figura 7 – Estimativa do número de gerações de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) nos diferentes meses do ano, para localidades potenciais produtoras de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul.

CAPÍTULO II

**Efeito da umidade relativa do ar na biologia de *Trichospilus diatraeae*
(Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de *Diatraea saccharalis*
(Lepidoptera: Crambidae)**

Efeito da umidade relativa do ar na biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo: Regiões distintas de um país apresentam variações climáticas, principalmente de temperatura e umidade relativa do ar, que podem interferir nas atividades biológicas de parasitóides. Por isto, a proposta deste trabalho foi investigar se as características biológicas como parasitismo, duração do ciclo de vida (ovo-adulto), fecundidade e razão sexual de *Trichospilus diatraeae* Cherlan e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) criado em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) são afetadas por diferentes índices de umidade relativa do ar. Pupas de *D. saccharalis*, com 24 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (14 cm de altura x 2,2 cm de diâmetro) com sete fêmeas de *T. diatraeae* com 48 horas de idade, sendo permitido o parasitismo por 24 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram retiradas, e os tubos transferidos para câmaras climatizadas a 25°C, umidades relativas do ar de 40, 50, 60, 70, 80, e 85% e fotofase de 14 horas. De acordo com os resultados obtidos, *T. diatraeae* consegue se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* no gradiente de umidade relativa do ar de 40 a 85%. A temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 80% proporcionaram as condições mais adequadas para a criação de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* em laboratório.

Palavras-chave: parasitóide pupal, broca-da-cana, controle biológico.

Abstract: Distinct regions of a country show variations in climate, particularly temperature and relative humidity, which can interfere with the biological activities of parasitoids. Therefore, the purpose of this study was to investigate the biological characteristics such as parasitism, duration of the life cycle (adult-egg), fecundity and sex ratio *Trichospilus diatraeae* Cherlan and Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) was created in pupae of *D. saccharalis* (Fabriciu 1794) (Lepidoptera: Crambidae) are affected by different levels of relative humidity. Pupae of *D. saccharalis*, with 24 hours of age were isolated in glass tubes (14 cm high x 2.2 cm in diameter) with seven females of *T. diatraeae* 48 hours old, being allowed to parasitism

by 24 hours. After this period, females were removed, and the tubes transferred to acclimatized chambers at 25 ° C, relative humidity of 40, 50, 60, 70, 80, and 85% and photophase of 14 hours. According to the results, *T. diatraeae* can develop into pupae of *D. saccharalis* in the gradient of relative humidity 40 to 85%. A temperature of 25 ° C and relative humidity of 80% provided the best conditions for the establishment of *T. diatraeae* pupae of *D. saccharalis* in the laboratory.

Keywords: pupal parasitoid, sugarcane borer, biological control.

Introdução

Regiões distintas de um país apresentam variações climáticas, principalmente de temperatura e umidade relativa do ar, que podem interferir nas atividades biológicas de parasitóides, tais como capacidade de parasitismo, fecundidade, progênie, razão sexual e longevidade (DUALE, 2005; EMANA, 2007).

O estado de Mato Grosso do Sul apresenta baixos índices de umidade, principalmente no inverno, fato que pode comprometer o sucesso de um programa de controle biológico.

T. diatraeae Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), é um parasitóide, que se desenvolveu em pupas de *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON e BERTI-FILHO, 2000) e *Thyrinteina arnobia*, (Stoll, 1782) (Lepdoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2008) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) e apresenta potencial como agente de controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), (FÁVERO, 2009).

Diferentes temperaturas e umidades afetaram os parâmetros de tabela de vida de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) criada em *Chilo partellus* Swinhoe, 1885 (Lepidoptera: Crambidae) (EMANA et al., 2004). O efeito isolado da umidade relativa do ar afetou o ciclo de vida de *Anisopteromalus calandrae* (Howard, 1881) (Hymenoptera: Pteromalidae), criado com larvas de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae) (SMITH, 1993).

Para que se tenha sucesso em programas de controle biológico de pragas, um dos fatores a se estudar é a capacidade que os inimigos naturais apresentam para sobreviver e se reproduzir, principalmente sob condições extremas de temperatura e umidade relativa do ar (PANIZZI e PARRA, 2009). O gradiente favorável de umidade para os insetos é aquele que proporciona maior velocidade de desenvolvimento, maior longevidade e maior fecundidade (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Assim sendo, a proposta deste trabalho foi avaliar o efeito da umidade relativa do ar nas características biológicas como parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida (ovo-adulto), progênie e razão de sexo de *T. diatraeae* criados em pupas *D. saccharalis* em laboratório, testados por diferentes índices de umidade relativa do ar.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos:

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrária (FCA) e no Laboratório da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, com as seguintes etapas:

Etapa I - Criação do hospedeiro e do parasitóide para montagem dos experimentos:

Criação de *Diatraea saccharalis*. Ovos de *D. saccharalis* foram fornecidos pela empresa Biosoluções. Após a eclosão, as lagartas desse lepidóptero foram colocadas em potes telados e com dieta artificial, onde permanecerão até a formação de pupas. As pupas foram recolhidas destes potes, sexadas e colocadas na quantidade de 50 adultos (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas de PVC com 10 cm de diâmetro e 22 cm de altura, 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. Os adultos emergidos foram alimentados com solução aquosa de mel a 10%, colocada em recipientes plásticos (3,0 cm de diâmetro x 4,0 cm de altura) e fornecida aos insetos, por capilaridade, por meio de um pavio de algodão inserido nos recipientes (PARRA, 1999).

Criação de *Trichospilus diatraeae*. Os adultos de *T. diatraeae* oriundos de criação proveniente do Laboratório de Entomologia da (FCA) foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão alimentados com gotículas de mel puro. Para manutenção da criação, pupas de *D. saccharalis* com 24 a 48 horas foram expostas ao parasitismo por 72 horas. Após esse período as pupas parasitadas foram individualizadas e mantidas à temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas até a emergência de adultos (FÁVERO, 2009).

Etapa II – Desenvolvimento Experimental:

Efeito da umidade no desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis*.

Pupas de *D. saccharalis*, com 24 horas de idade e com peso entre 0,170g a 0,220g (para evitar grande variação na biomassa do hospedeiro), foram individualizadas em tubos de vidro (14 cm de diâmetro x 2,2 cm de altura) com sete fêmeas de *T. diatraeae* (número de fêmeas suficientes para garantir 100% de parasitismo das pupas) (FÁVERO, 2009), com 48 horas de idade sendo permitido o parasitismo por 24 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram retiradas e as pupas parasitadas transferidas em tubos para câmaras climatizadas a temperatura a 25°C e umidades relativas do ar com variação de 40, 50, 60, 70, 80, e 85% e fotofase de 14 horas. As diferentes umidades relativas do ar foram determinadas pela média dos últimos dez anos do município de Dourados, fornecidos pelo banco de dados climáticos da (UFGD) e a temperatura fixada a 25°C , por pesquisa feita anteriormente. Foram avaliados diariamente, sempre no mesmo horário: a duração do ciclo (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, emergência dos descendentes, progênie e razão sexual ($rs = n^{\circ}$ de fêmeas / (n° de fêmeas + n° de machos)).

O sexo dos parasitóides foi determinado pelas características morfológicas da antena e abdome dos mesmos (DELVARE e LASALLE; 1993; BITTENCOURT e BERTI-FILHO, 1999). A mortalidade natural dos hospedeiros foi calculada nas mesmas condições ambientais do experimento (ABBOTT, 1925).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e 12 repetições. Os dados 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 feita a partir dos modelos polynomial

cúbico e Gaussian com 3 parâmetros, 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). Os valores da porcentagem de parasitismo e de emergência de *T. diatraeae* foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados com distribuição binomial ($P \leq 0,05$) com o R Statistical System (IHAKA e GENTLEMAN, 1996).

Resultados

A porcentagem de parasitismo de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis* não foi influenciada pelos diferentes índices de umidade ($\chi^2=0,0691$; $P=0,7927$) (Figura 1).

A porcentagem de emergência foi semelhante com valores de 100%; 66,66%; 63,63%; 91,60; 100 e 100%, para as umidades testadas, respectivamente ($\chi^2=2,367$; $P=0,124$) (Figura 1).

A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis* foi maior ($20,86 \pm 0,88$) no tratamento com 60% de umidade relativa ($F=6,8314$; $P=0,0005$) (Figura 2).

A progênie de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* não foi influenciada pelos diferentes índices de umidade relativa do ar ($P=0,6143$) (Figura 3).

A razão sexual desse parasitóide foi maior ($0,94 \pm 0,01$) no tratamento com 80% de umidade relativa ($F=4,0038$; $P=0,0117$) (Figura 4).

Discussão

Os índices de parasitismo e de emergência de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* indicam que este parasitóide consegue sobreviver, parasitar e gerar descendentes a 25°C, no intervalo compreendido entre 40% e 85% de umidade relativa do ar. Porém, deve-se atentar para aqueles períodos, principalmente no inverno, em que os índices de umidade relativa do ar podem chegar abaixo de 40%, zona de umidade considerada seca, e que pode afetar a sobrevivência da maioria dos insetos (GALLO et al., 2002) sendo assim, afetar a sobrevivência deste parasitóide principalmente nas fases de imaturos.

O tempo de desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* foi menor a 50% de umidade relativa. Quanto menor o ciclo de vida do parasitóide, maior o seu número de gerações, fato importante, principalmente, quando o objetivo da criação de inimigos naturais (parasitóides e predadores) é obter um grande número de indivíduos para liberação no campo (PARRA, 2002).

Resultados de estudos comprova que a razão sexual é influenciada pela temperatura ambiente, pelo tempo de exposição ao parasitismo, pela densidade de fêmeas e pela umidade relativa do ar (GODFRAY, 1994; PACHECO e CORREA-FERREIRA; 1998). Dessa forma, verificou-se que em pupas de *D. saccharalis*, a razão sexual do parasitóide *T. diatraeae* foi influenciada pelo gradiente de umidade relativa do ar avaliado, porém apresentando valor sempre acima de 0,8, o que significa maior proporção de fêmeas em relação a machos. Além disso, essa espécie apresenta elevada capacidade reprodutiva, o que facilita o aumento da população deste parasitóide para realização de experimentos em laboratório e liberações no campo. Resultados semelhantes foram obtidos com este parasitóide quando criados em pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) como um hospedeiro alternativo (FÁVERO, 2009), o que prova mais uma vez, que essa espécie apresenta elevada capacidade reprodutiva e grande potencialidade. Isso é importante, pois as fêmeas parasitóides são as principais responsáveis pelo parasitismo e produção de descendentes (MATOS NETO et al., 2004, PASTORI et al., 2007).

De maneira geral, os melhores resultados das características biológicas (porcentagem de parasitismo e de emergência, duração do ciclo de vida, progênie e razão sexual) de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis* foram obtidos ao se utilizar a temperatura de 25°C e umidade relativa de 80%, portanto sugere-se esta combinação de fatores abióticos para criação de *T. diatraeae* em laboratório. Além disso, estudos relacionados aos efeitos de flutuações de temperatura e de umidade sobre este parasitóide, precisam ser realizados para que se possa prever com maior precisão, o seu desempenho reprodutivo no campo.

Conclusões

De acordo com os dados obtidos, *T. diatraeae* consegue se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* no gradiente de umidade relativa do ar de 40 a 85%.

A temperatura de 25°C e a umidade relativa do ar de 80% foi a condição física mais adequada para a criação de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* em laboratório.

Referencias

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- BITTENCOURT M.A.L.; BERTI-FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v.56, p.1281-1283, 1999.
- DELVARE, G.; LASALLE, J. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from the Neotropical region, with the description of a new species parasitica on key pests of oil palm. **Journal of Natural History**, v.27, p.435-444, 1993.
- DUALE, A.H. Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of the Stem Borer Parasitoid *Pediobius furvus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) for the Management of Stem Borers **Entomological Society of America**, v.34, p.1-5, 2005.
- EMANA, G.D.; OVERHOLT, W.A.; KAIRU E. Comparative studies on influence of relative humidity and temperature on life table parameters of two populations of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.595-605, 2004.
- EMANA, G.D. Comparative studies of the influence of relative humidity and temperature on the longevity and fecundity of the parasitoid *Cotesia flavipes*. **Journal of Insect Science**, v.19, p.1-7, 2007.
- FÁVERO, K. **Biologia e tecnicas de criacao de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
- GITAHY, P.M.; GALVÃO, .P.G.; SIMÕES-ARAÚJO, J.L.; BALDANI, J.I. **Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de broca-de-cana *Diatraea saccharalis***. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2006. 44 p. (Embrapa Agrobiologia - Documento 214).

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

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

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

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

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. 1. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 2009. 1164 p.

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. Controle biológico: criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds). **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.143-161.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1999. 69 p.

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

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

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Ed. Ceres, 1976. 419 p.

SMITH J.W.Jr.; WIEDENMANN, R.N.; OVERHOLT, W.A. Parasites of lepidopteran stem borers of tropical graminaceous plants. **ICIPE Science Press**, Nairobi, 89p, 1993.

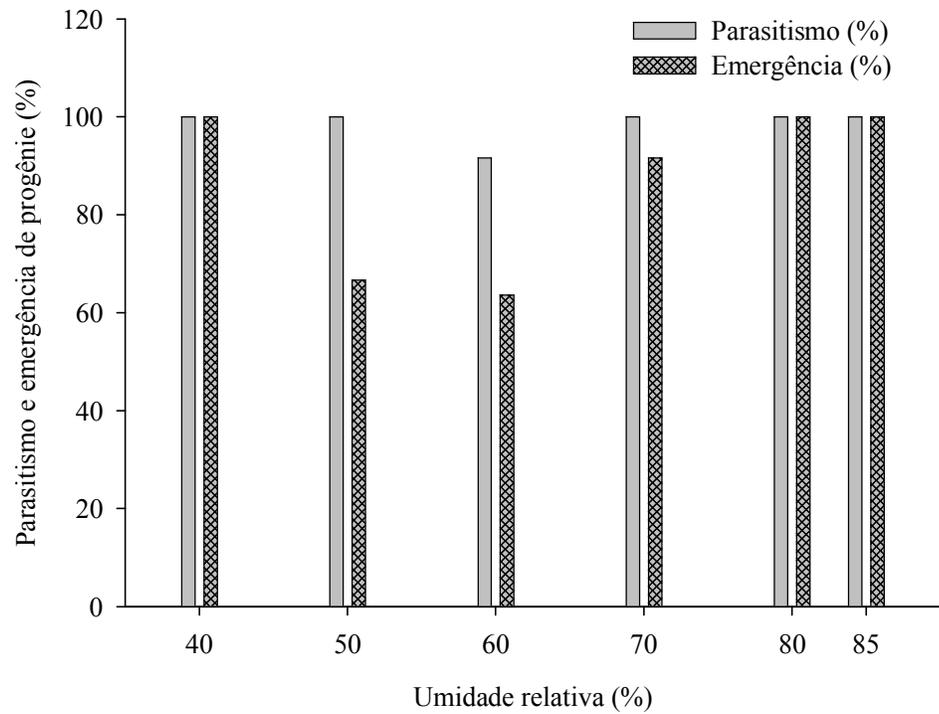


Figura 1 – Porcentagem de parasitismo e emergência de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes umidades. Temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (Parasitismo, $P= 0,7927$) e (Emergência, $P= 0,124$).

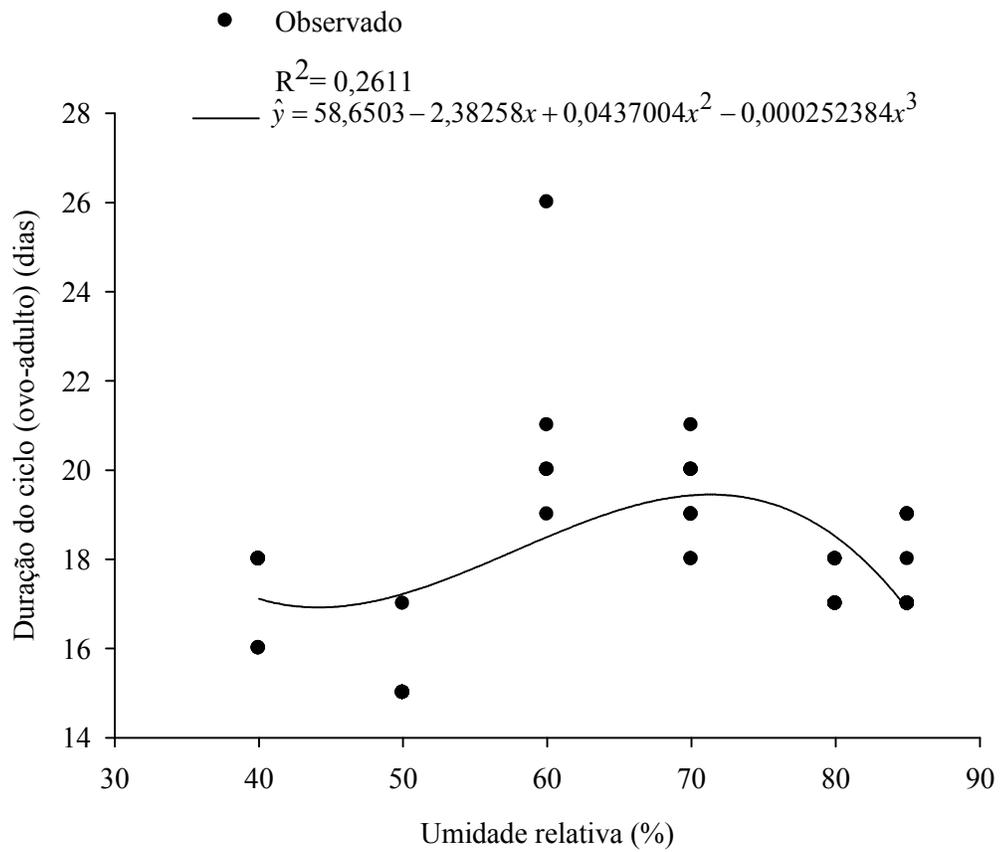


Figura 2 – Duração do ciclo (ovo-adulto) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes umidades. Temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (F= 6,8314, P= 0,0005).

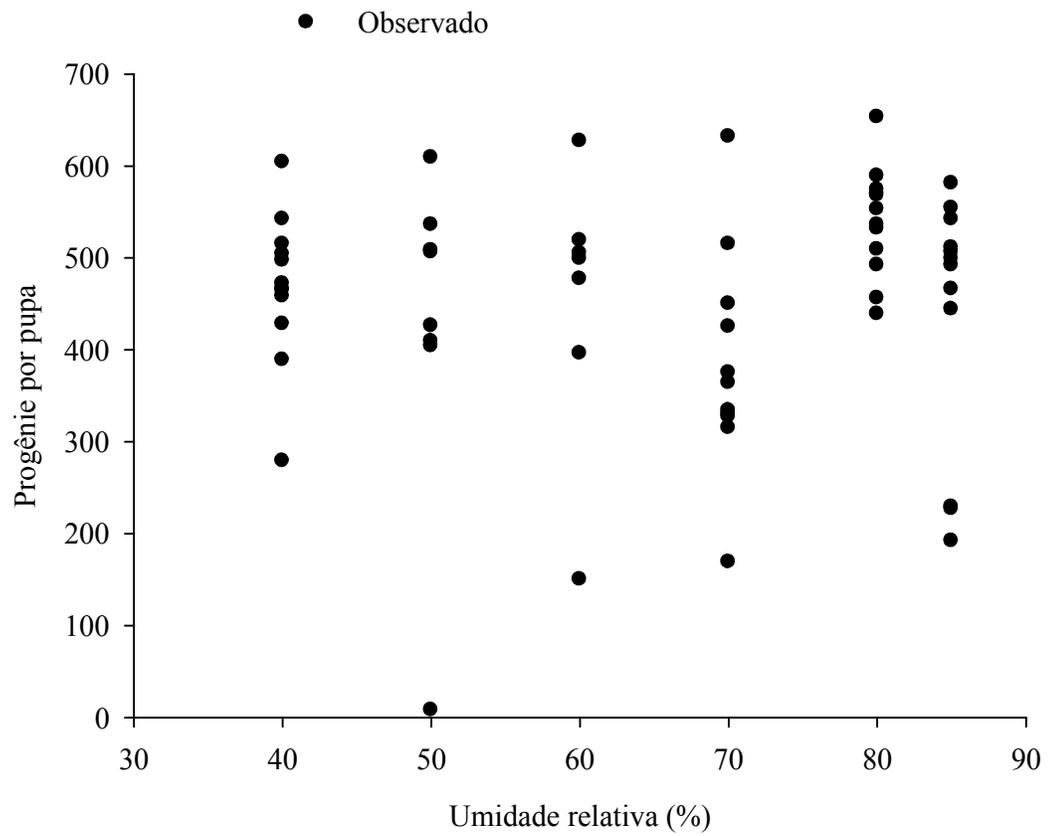


Figura 3 – Progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes umidades. Temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (P= 0,6143).

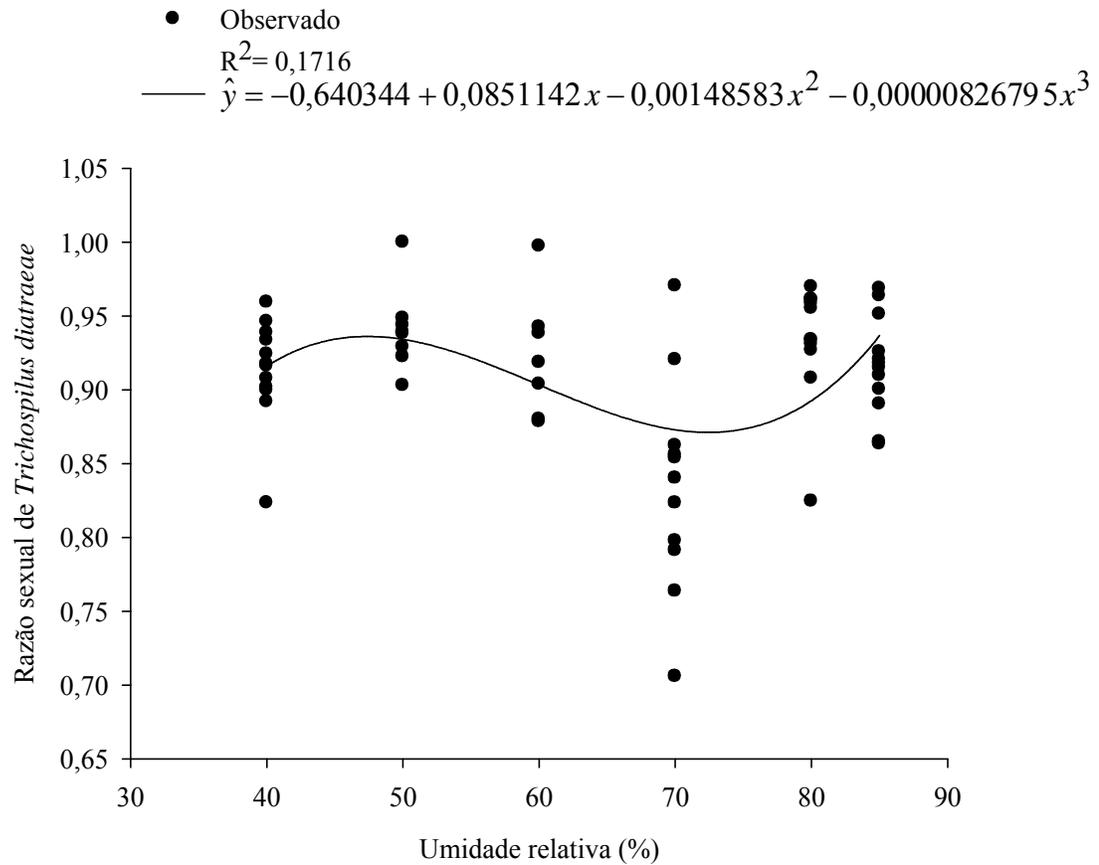


Figura 4 – Razão sexual de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes umidades. Temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, mantidas constantes (F= 4,0038, P= 0,0117).

Considerações Gerais

O desenvolvimento satisfatório de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*, nas temperaturas entre 16°C e 28°C, permite indicar esse parasitóide para o controle dessa praga, principalmente em Dourados, Ivinhema, Ponta Porã e Três Lagoas, no estado de Mato Grosso do Sul. É importante mencionar, que as liberações devem ser realizadas no período da manhã ou final da tarde, em dias cujas temperaturas estejam oscilando abaixo de 31°C.

De maneira geral, os melhores resultados das características biológicas (porcentagem de parasitismo e de emergência, duração do ciclo de vida, progênie e razão sexual) de *T. diatraeae* criados em pupas de *D. saccharalis* foram obtidos ao se utilizar a temperatura de 25°C e umidade relativa de 80%, portanto sugere-se esta combinação de fatores abióticos para criação de *T. diatraeae* em laboratório.

Deve-se ainda ressaltar que, estudos relacionados aos efeitos de flutuações de temperatura e de umidade sobre este parasitóide são necessários para que o sucesso na utilização deste inimigo natural em programas de controle biológico seja alcançado.