



Impacto das oscilações de temperatura sobre o parasitoide pupal *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

Impact of temperature changes on the pupal parasitoid *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae)

GLAESER, Daniele Fabiana¹; OLIVEIRA, Harley Nonato de²; MOREIRA, Suélen Cristina da Silva¹; RÔDAS, Priscila Laranjeira¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, daniglaeser@yahoo.com.br; suelenbiotec@hotmail.com; prih_davis@hotmail.com; ²Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, harley.oliveira@embrapa.br

Resumo: *Trichospilus diatraeae* é um parasitoide que tem sido estudado para o controle da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*. Como variações de temperatura podem afetar o controle biológico, o objetivo foi avaliar o efeito de oscilações de temperatura sobre adultos de *T. diatraeae*. Fêmeas do parasitoide com até 12 h de idade foram expostas às oscilações de temperatura em câmara climatizada, sendo essas oscilações de 2 °C/ h abaixo e acima de 25 °C, no intervalo de 17 °C a 41 °C. Após exposição das fêmeas às variações de temperatura, cada parasitoide recebeu uma pupa de *D. saccharalis* com 24 h de idade para o parasitismo, durante 24 h. Em seguida, os parasitoides e as pupas foram individualizados e mantidos à temperatura de 25 °C para avaliação das taxas de mortalidade (24 h após oscilações), parasitismo e emergência. *T. diatraeae* apresentou 100% de sobrevivência quando submetidos a diferentes oscilações de temperatura, exceto para oscilações de 25 °C... 41 °C (100% de mortalidade). A menor taxa de parasitismo foi para variações alcançando 39 °C (73,3%), sendo que as demais foram superiores a 93,3%. O percentual de emergência variou de 72,7% a 100%. Os altos percentuais de sobrevivência, parasitismo e emergência observados indicam que oscilações de 2°C/ h com registros de até 39 °C, não afetariam o controle biológico de *D. saccharalis* com *T. diatraeae*. Já oscilações de 2 °C/ h, alcançando 41 °C afetam a sobrevivência de *T. diatraeae* e consequentemente essas condições de temperatura no campo podem afetar o controle biológico.

Palavras-chave: controle biológico, parasitoide pupal, mudanças climáticas, *Diatraea saccharalis*.

Abstract: *Trichospilus diatraeae* is a parasitoid has been studied to control the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. As temperature variations can affect the biological control, the objective was to evaluate the effect of temperature fluctuations on *T. diatraeae* adults. Parasitoid females up to 12 h of age were exposed to temperature fluctuations in climatic chamber, and these swings 2 °C/ h above and below 25 °C, gradually returning to the initial temperature (25 °C). The maximum temperature was 41 °C and studied the minimum 17 °C. After exposure of females to temperature variations, each parasitoid pupa received a *D. saccharalis* with 24 of age for riding, for 24 hours. Then the parasitoids and pupae were individualized and kept at 25 °C for assessment of mortality rates (24 hours after oscillations), parasitism, emergency and progeny. *T. diatraeae* showed 100% survival when subjected to different temperture changes, except for fluctuations of 25 °C... 41 °C (100%



mortality). The lower parasitism was for variations reaching 39 °C (73.3%), while the others were superior to 93.3%. The emergency percentage ranged from 72.7% to 100%. The high percentages of survival, parasitism and emergency observed oscillations indicate that 2 °C/h with records of up to 39 °C, do not affect the biological control of *D. saccharalis* with *T. diatraeae*. Already oscillations 2 °C/h, reaching 41 °C affect the survival of *T. diatraeae* and consequently these conditions in the field can affect the biological control.

Keywords: biological control, parasitoid pupae, climate change.

Introdução

A Agroecologia é uma ciência que busca o entendimento do funcionamento de agroecossistemas complexos, bem como das diferentes interações presentes nestes; tem como princípio a conservação e a ampliação da biodiversidade dos sistemas agrícolas como base para produzir auto-regulação e, conseqüentemente, sustentabilidade. Desta forma, propõe alternativas para minimizar a artificialização do ambiente natural pela agricultura (ASSIS, 2006). Dentre essas alternativas destaca-se o controle biológico, uma interação ecológica que tende a promover o equilíbrio dos sistemas, contribuindo para o controle de “pragas” sem o uso de agrotóxicos (ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

Insetos parasitoides são importantes agentes de controle biológico de insetos-praga na agricultura. Contudo, mudanças climáticas com aumentos e oscilações de temperaturas a níveis globais podem interferir nessas interações (PIZZOL et al., 2010; WHITE; WILSON, 2012)

A temperatura pode influenciar a fisiologia e a biologia dos insetos de diferentes maneiras, afetando tanto o desenvolvimento individual, quanto a dinâmica das populações desses organismos (BERG et al., 2010; ROUX et al., 2010; ZHOU et al., 2010). A emergência, a sobrevivência, o desenvolvimento e a fecundidade de insetos podem ser afetados por temperaturas extremas (HUANG et al. 2008). Desta forma, a eficiência do controle biológico, depende da capacidade de parasitoides em se adaptar as condições climáticas locais e suas variações (PIZZOL et al., 2010; WHITE; WILSON, 2012).

Na microrregião de Dourados, a cultura da cana-de-açúcar representa 60% da área de plantio do Estado do Mato Grosso do Sul (BIOSUL, 2012), sendo frequente o uso de parasitoides nessa cultura para o controle biológico da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), assim como variações expressivas de temperatura ao longo do dia, principalmente no verão. Segundo registros da Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, a média da temperatura máxima dos últimos 30 anos para o verão (meses de janeiro, fevereiro e março) foi de 31,6 °C e a mínima de 20,7 °C, e em relação ao inverno (meses de junho, julho e agosto), a média de temperatura máxima foi de 26,3 °C e a mínima de 13,1 °C. No



entanto, aumento de pelo menos 2 °C por hora no verão é frequente, assim como registros superiores a 37 °C.

Compreender os possíveis impactos das variações de temperatura sobre espécies de parasitoides são imprescindíveis, diante das mudanças climáticas relatadas, envolvendo principalmente incrementos e oscilações nas médias de temperaturas. Desta forma, estudos relacionados à compreensão do impacto de variações de temperaturas sobre diferentes espécies de parasitoides de *D. saccharalis* estão sendo realizados em Dourados, MS. Dentre essas espécies destaca-se o parasitoide pupal *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) que tem sido estudado como um agente em potencial para o controle de *D. saccharalis* (PARON; BERTI FILHO, 2000; VARGAS et al., 2013; GLAESER et al., 2014).

Como variações climáticas podem afetar o controle biológico, objetivou-se com esse trabalho avaliar o impacto das oscilações de temperatura sobre adultos do parasitoide *T. diatraeae*.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia/ Controle Biológico da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. Para avaliar o impacto de variações de temperatura sobre o parasitoide *T. diatraeae*, as seguintes oscilações abaixo e acima de 25 °C foram realizadas:

- 1 - (todo o período de desenvolvimento a 25 °C).
- 2 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27°C, retornando para temperatura inicial).
- 3 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).
- 4 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).
- 5 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).
- 6 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).

7- (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 37 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).

8 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 37 °C, 1 h a 39 °C, 1 h a 37 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).

9 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 27 °C, 1 h a 29 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 37 °C, 1 h a 39 °C, 1 h a 41 °C, 1 h a 39 °C, 1 h a 37 °C, 1 h a 35 °C, 1 h a 33 °C, 1 h a 31 °C, 1 h a 29 °C 1 h a 27 °C, retornando para temperatura inicial).

10 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 23°C, retornando para temperatura inicial);

11 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 23 °C, 1 h a 21 °C, 1 h a 23 °C, retornando para temperatura inicial);

12 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 23 °C, 1 h a 21 °C, 1 h a 19 °C, 1 h a 21 °C, 1 h a 23 °C, retornando para temperatura inicial);

13 - (temperatura inicial a 25 °C, passando por um período de 1 h a 23 °C, 1 h a 21 °C, 1 h a 19 °C, 1 h a 17 °C, 1 h a 19 °C, 1 h a 21 °C, 1 h a 23 °C, retornando para temperatura inicial).

Após a exposição do parasitoide às variações de temperatura (período de stress), cada uma das fêmeas de *T. diatraeae* recebeu uma pupa de *D. saccharalis*, com a qual permaneceu por um período de 24 h. Em seguida, os parasitoides e as pupas foram individualizados separadamente em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) para avaliação da longevidade e verificação da emergência da progênie (F_1), respectivamente. Ambos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h.

As seguintes características biológicas foram avaliadas: percentual de mortalidade até 24 horas após as oscilações, a longevidade, a porcentagem de parasitismo dos parasitoides (F_0) submetidos aos diferentes tratamentos, assim como a progênie e a razão sexual dos descendentes (F_1).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 13 tratamentos e 15 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) pelo

teste de Scott-Knott, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2016).

Resultados e discussões

As variações de temperatura de 2 °C/ h nos intervalos avaliados não afetaram a sobrevivência do parasitoide *T. diatraeae*, exceto as oscilações que alcançaram 41 °C (Tabela 1). Sobrevivência de 100 % são ótimos indicativos de que variações de temperaturas, semelhantes ao trabalho realizado, na região de Dourados, MS, não teria impacto sobre esse parasitoide, desde que as variações não alcancem registros de 41 °C.

Tabela 1. Efeito das oscilações de temperatura sobre a sobrevivência, parasitismo e emergência de *Trichospilus diatraeae*.

Oscilações de temperaturas	Parâmetros biológicos de <i>T. diatraeae</i> avaliados			
	Sobrevivência (%)	Longevidade (dias)	Parasitismo (%)	Emergência (%)
Testemunha (25 °C)	100 a	10,9 a	100,00 a	100 a
25 °C-27 °C-25 °C	100 a	11,5 a	86,7 b	100 a
25 °C... 29 °C... 25 °C	100 a	10,7 a	93,3 a	100 a
25 °C... 31 °C... 25 °C	100 a	11,4 a	93,3 a	100 a
25 °C... 33 °C... 25 °C	100 a	11,3 a	100 a	100 a
25 °C... 35 °C... 25 °C	100 a	10,8 a	86,7 b	100 a
25 °C... 37 °C... 25 °C	100 a	11,5 a	80 b	91,7 a
25 °C... 39 °C... 25 °C	100 a	11,2 a	73,3 b	72,7 b
25 °C... 41 °C... 25 °C	0 b	-	-	-
25 °C-23 °C-25 °C	100 a	11,3 a	93,3 a	92,9 a
25 °C... 21 °C... 25 °C	100 a	10,8 a	100 a	100 a
25 °C... 19 °C... 25 °C	100 a	10,8 a	100 a	100 a
25 °C... 17 °C... 25 °C	100 a	10,4 a	100 a	100 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Registros de 41 °C, ainda que por 2 h, afetaram drasticamente a sobrevivência de *T. diatraeae* por ter ultrapassado a faixa ótima de temperatura para essa espécie. Ressalta-se que quando a temperatura ultrapassa a faixa ótima, observa-se mortalidade prematura e aumentos das taxas de mortalidade entre os indivíduos (CHIHRAANE; LAUGE 1996).

O fato de ultrapassar a faixa ótima, nem sempre implica em mortalidade drástica para a maioria dos insetos. Rodrigues (2004) relata que a temperatura de 38 °C é considerada o limiar máximo e a temperatura de 15 °C o limiar mínimo de desenvolvimento para a maioria dos insetos e, segundo esse autor, na faixa entre 38

e 48 °C os insetos entram em estivação temporária ("torpor"), podendo readquirir as suas atividade normalmente quando a temperatura voltar a "faixa ótima", e que somente acima de 52 °C os inseto são levados a morte.

A longevidade do parasitoide foi semelhante para as oscilações avaliadas, sendo a média geral de 11,1 dias. A maior longevidade de fêmeas é uma característica que tende a favorecer a atuação desses parasitoides no campo, já que o tempo favorece a capacidade de busca por hospedeiro para o parasitismo, sobretudo, em condições de escassez de hospedeiro (FOERSTER et al, 1999; VARGAS et al., 2013).

As taxas de parasitismo variaram de 73,3% até 100%, sendo observado uma tendência de redução nas taxas de parasitismo para oscilações alcançando registros superiores a 35 °C. Contudo, oscilações de temperatura de 2 °C/ h com registros de até 39 °C em condições não afetaria negativamente o controle biológico com esse parasitoide em condições de campo, devido aos altos índices de parasitismo verificados nesse trabalho. Ressalta-se que dentre as variáveis estudadas, o índice de parasitismo tem grande importância, visto que segundo BUENO et al. (2009) é este que efetivamente determina a eficiência do controle biológico no campo

A menor taxa de emergência foi 72,7% para oscilações que alcançaram 39 °C, as demais foram superiores a 91,7% (Tabela 1). Altos percentuais de emergência, como observados nesse trabalho, são bons indicativos de que oscilações similares de temperatura em condições de campo tendem a contribuir para a permanência e o estabelecimento desses parasitoides nos canaviais.

Conclusões

T. diatraeae suportou variações de temperatura alcançando registros de até 39 °C. Nesses intervalos o parasitoide parasita e se desenvolve adequadamente.

A temperatura de 41 °C afetou drasticamente a sobrevivência do parasitoide.

Em condições de campo, oscilações similares, no intervalo de 17 °C a 39 °C, não afetaria os índices do controle biológico de *D. saccharalis* pelo parasitoide *T. diatraeae*.

Agradecimentos (opcional)

A FUNDECT e a CAPES pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de Pós-Doutorado à primeira autora.

Referências bibliográficas



ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. México: PNUMA, 2000. 257 p. (Série textos básicos para la formación ambiental).

ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na Agroecologia. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 1, p. 75-89, 2006.

BIOSUL - ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SU. **Safra 2012/2013 – Primeira Estimativa**. Campo Grande, MS, 2012. Disponível em: < www.biosulms.com.br/arqv/coletiva_primeira_estimativa_12-13.pdf> Acesso em: 15 jun. 2012.

BERG, M. P.; KIERS, E. T.; DRIESSEN, G.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KOOI, B. W.; KUENEN, F.; LIEFTING, M.; VERHOEF, H. A.; ELLERS, J. Adapt or disperse: understanding species persistence in a changing world. **Global Change Biology**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 587-598, 2010.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. Desempenho de Tricogramatídeos como Potenciais Agentes de Controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, 2009.

CHIHRA, J.; LAUGE, G. Loss of parasitization efficiency of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under high temperature conditions. **Biological Control**, San Diego, v. 87, p. 87:85-89, 1996.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5.6. Lavras: UFLA/DEX, 2015. Disponível em: < <http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 1 Set. 2016.

FIRAKE, D; M.; KHAN, M. A. Alternating temperatures affect the performance of *Trichogramma* species. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 14, n. 41, p. 1-10, 2014.

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**, Londrina, v.28, n. 3, p.485-490, 1999.

GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; FAVERO, K. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* em *Diatraea saccharalis* após três gerações em *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 213-218, 2014.



HUANG, Z.; REN, S.; MUSA, P. D. Effects of temperature on development, survival, longevity, and fecundity of the *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) predator, *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, San Diego, v. 46, n. 2, p. 209-215, 2008.

PARON, M. R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 355-358, 2000.

PIZZOL, J.; PINTUREAU, B.; KHOUALDIA, O.; DESNEUX, N. Temperature dependent differences in biological traits between two strains of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 83, n. 4, p. 447-452, 2010.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos Informativos dos Entomologistas do Brasil**, Ano 01, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROUX, O.; LE LANN, C.; VAN ALPHEN, J. J. M.; VAN BAAREN, J. How does heat shock affect the life history traits of adults and progeny of the aphid parasitoid *Aphidius avenae* (Hymenoptera: Aphidiidae)? **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 100, n. 5, p. 543-549, 2010.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; GLAESER, D. F.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, F. G.; PASTORI, P. L. Searching and parasitism of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) by *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Acta Biologica Colombiana**, Bogotá, v. 18, n. 2, p. 259-264, 2013.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; CALADO, V. R. F.; GLAESER, D. F.; RODRIGUES, B. A. C.; SILVA, N. V. Densidade de fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Sitientibus: série ciências biológicas**, Feira de Santana, v. 13, p. 1-7, 2013.

WHITE, W. H.; WILSON, L.T. Feasibility of using an alternative larval host and host plants to establish *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in the temperature Louisiana sugarcane ecosystem. **Environmental Entomology**, College Park, v. 41, n. 2, p.275-281, 2012.

ZHOU, Z.; GUO, J.; CHEN, H.; WANG, F. Effects of temperature on survival, development, longevity, and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent against *Ambrosia artemisiifolia* (Asterales: Asteraceae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, n. 3, p. 1021-1027, 2010.