

**Impacto da Emissão de Dióxido de Carbono em Ovos de *Spodoptera frugiperda*
Parasitados ou não por *Trichogramma pretiosum***

Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo¹, Ivan Cruz¹, Roberta de Jesus Figueiredo¹, Rafael Braga da Silva², Luana Patrícia Santana Pereira de Sousa¹ e Elena Charlotte Landau¹

¹ Embrapa Milho e Sorgo, Laboratório de Criação de Insetos, Sete Lagoas, MG. figueiredomlc@yahoo.com.br,
ivancruz@cnpms.embrapa.br, figueiredo.roberta@yahoo.com.br, luanasantty@hotmail.com,
landau@cnpms.embrapa.br

² Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
rafaelentomologia@yahoo.com.br.

RESUMO – As recentes preocupações sobre o efeito atual e futuro das mudanças climáticas no cenário global se deve aos diversos impactos ambientais previstos, como o aumento da temperatura, da umidade e da concentração de CO₂. Modificações no desenvolvimento das culturas podem alterar a sincronia dos herbívoros em resposta às mudanças fenológicas das plantas e torná-los menos suscetíveis ao ataque de seus parasitoides. Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da emissão de dióxido de carbono sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) parasitados ou não por *Trichogramma pretiosum* Riley. A pesquisa foi conduzida na Embrapa Milho e Sorgo em três tratamentos e três repetições: 1. Concentração natural de CO₂ na ausência de OTC/ Open-Top Chambers; 2. Concentração natural de CO₂ dentro da OTC e 3. Concentração de 500 ppm de CO₂ dentro da OTC. Dez posturas de *S. frugiperda* foram colocadas em cada parcela experimental, avaliadas em dois ensaios. Ensaio 1- ovos da praga; Ensaio 2- ovos da praga parasitados por *T. pretiosum*. Não houve diferença significativa entre tratamentos. A emissão de dióxido de carbono a 500 ppm por 24 horas não apresentou efeitos negativos sobre a incubação dos ovos de *S. frugiperda* e no parasitismo de *T. pretiosum*.

Palavras-chave: Open-Top Chambers (OTC), CO₂, inseto-praga, parasitoide.

Introdução

Alterações das condições dos habitats adequados às espécies poderão ocasionar a expansão e ou migração e conseqüentemente, ocorrência de muitas espécies em altitudes e latitudes, onde antes não possuíam condições de sobrevivência. As relações entre insetos-pragas e seus inimigos naturais poderão mudar em função do aquecimento global, resultando em aumento e/ou diminuição de cada espécie praga. A aptidão dos inimigos naturais poderá ser alterada em resposta as mudanças na qualidade e tamanho do herbívoro, induzidas pelo aumento da temperatura e efeito do CO₂ sobre as plantas (Sharma, 2010).

Entre os insetos fitófagos que atacam o milho (*Zea mays* L.) destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), cujas lagartas podem destruir completamente pequenas plantas ou causar severos danos naquelas maiores, ocasionando prejuízos significativos. Esta praga é de grande expressão no Brasil, devido a sua presença na primeira e segunda safra da cultura e praticamente em todas as fases de desenvolvimento da planta de milho (Cruz & Turpin, 1982, Figueiredo et al., 2006).

O controle biológico equilibra a população da praga através de inimigos naturais. O principal agente de controle que atua em espécies fitófagas pertencentes à Ordem Lepidoptera é o parasitoide de ovos do gênero *Trichogramma*. A espécie *T. pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é utilizada em programas de controle biológico no Brasil, principalmente sobre *S. frugiperda* (Cruz et al. 1999).

Poucas são as informações sobre os efeitos do dióxido de carbono sobre pragas agrícolas e seus inimigos naturais. Com o propósito de averiguar o nível de interferência do aquecimento global nas interações dos insetos, este trabalho teve como objetivo, avaliar o impacto da emissão de dióxido de carbono sobre ovos de *S. frugiperda* parasitados ou não por *T. pretiosum*.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/CNPMS, Sete Lagoas, MG, Brasil (19° 28' 00'' lat. S e 44° 15' 00'' long. W), região de cerrado, com 732m de altitude.

As espécies de insetos utilizadas nos experimentos foram do Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Embrapa Milho e Sorgo, onde são mantidas em salas isoladas, sob temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

O experimento foi realizado em câmaras de topo aberto (Open-Top Chambers - OTC) instaladas na Embrapa Milho e Sorgo (Figura 1). A injeção de CO₂ foi controlada automaticamente até atingir a concentração de 500 ppm do gás em três câmaras, comparando-se com as condições naturais de CO₂ em mais três câmaras e condições naturais na ausência das câmaras, num total de nove parcelas.

As câmaras possuem 1,9 m de diâmetro e 2 m de altura, equipadas com um redutor de abertura do topo para deflexionar o ar e prevenir a diluição da concentração desejada de CO₂ dentro da OTC.

As OTCs foram construídas com estrutura de tubo de ferro fosfatizado esmaltado (1 cm de diâmetro e 1,2 mm de espessura de parede) e laterais de filme de polietileno transparente, espessura de 150 μm , com tratamento contra raios ultravioleta. Tubos (5 mm de diâmetro) enterrados na profundidade de 15 cm, com a extremidade instalada no centro das parcelas na altura de 50 cm do solo, conduziram as amostras de ar para análise.

O CO₂ puro foi injetado contra um ventilador para assegurar uma mistura adequada até a altura de 50 cm do solo. O monitoramento da concentração de CO₂ foi efetuado com o auxílio de um Analisador Infravermelho de Gás (IRGA, marca P. P. Systems, modelo WMA-

4, 0 a 2000 ppm), que forneceu as informações para um multiplexador de corrente (marca Campbell Scientific, modelo SDM CD16AC) que regulou a abertura de válvulas para injeção de CO₂ na câmara com injeção de CO₂.

Cada OTC e local sem câmara ficam distantes um do outro a 8,0 m, para evitar contaminação entre as parcelas. Câmaras semelhantes à descrita, sem injeção de CO₂, foram utilizadas para comparações em condições de atmosfera atual. E as parcelas testemunhas sem a estufa, para verificação dos efeitos da estrutura das OTCs. O CO₂ foi injetado de forma controlada e o ambiente monitorado 24 horas/dia.

A especificação, acompanhamento da implantação, validação e manutenção das OTCs foram de responsabilidade da CNPDIA/Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária e CNPMA/Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental, com a participação de colaboradores da USP, Universidade de São Paulo. O projeto faz parte da Rede de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas, coordenado pela Embrapa com envolvimento de várias outras entidades parceiras.

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com três tratamentos e três repetições: 1. Concentração natural de CO₂ na ausência de OTC; 2. Concentração natural de CO₂ dentro da OTC e 3. Concentração de 500 ppm de CO₂ controlada automaticamente dentro da OTC

A temperatura média durante o período experimental variou de 22,33 a 21,63° C e a UR de 74,76 a 73,09 %, enquanto o CO₂ ambiental foi de 394,81 a 401,90 ppm.

Ensaio 1. As posturas de *S. frugiperda* realizadas durante a noite foram utilizadas logo pela manhã. As posturas foram recortadas e fixadas individualmente em etiquetas de plástico e presas a um fio de arame coberto. O arame ficou suspenso ao longo do diâmetro de cada parcela a uma altura de 30 cm do solo.

Após a emissão do CO₂ por 24 horas todas as dez posturas de cada repetição foram retiradas e individualizadas em tubos de ensaio (10 x 2,5 cm), vedadas por filme de PVC e levadas para salas climatizadas. O mesmo procedimento foi adotado para os demais tratamentos. As avaliações foram realizadas desde a eclosão das lagartas até sua finalização, sendo quantificados o período de incubação e a viabilidade dos ovos.

Ensaio 2. Posturas de *S. frugiperda* realizadas durante a noite foram retiradas da gaiola logo pela manhã e submetidas ao parasitismo por 24 horas e em seguida fixadas individualmente em etiquetas de plástico e presas a um fio de arame coberto. O procedimento adotado foi igual ao ensaio acima.

As avaliações foram realizadas desde a eclosão de lagartas daqueles ovos não parasitados, como também até a total emergência de *T. pretiosum*. Foram avaliados o desenvolvimento biológico, o número de parasitoides emergidos/ovo, a razão sexual e a porcentagem de parasitismo.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias separadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e Discussão

Ensaio1- O período médio de incubação dos ovos de *S. frugiperda* foi de 4,03 dias, não diferindo entre os tratamentos avaliados, sendo que a temperatura média na área experimental foi de 22,33 a 21,63 °C e posteriormente em sala climatizada a 25±2 °C (Tabela 1). A duração desta fase foi semelhante àquela observada por Cruz, (1995) e diferindo de Giolo et al., (2002), cujo período de incubação foi de dois dias a 25 °C.

Em relação à viabilidade dos ovos de *S. frugiperda*, não houve diferença significativa entre os tratamentos, cuja média foi de 77,72 %, com 22,28% dos ovos inviáveis (Tabela 1).

Com base nos resultados biológicos referentes à praga, nota-se que além da ausência de diferenças entre os tratamentos, estes corroboram as afirmativas científicas que apontam as condições climáticas como um dos fatores mais relevantes sobre os insetos. Ressalva deve ser feita quanto ao período de emissão de dióxido de carbono sobre os ovos de *S. frugiperda*, que apesar de ter sido por apenas 24 horas, deve-se considerar que para um curto período de incubação, como o desta praga era de se esperar um possível efeito sobre os mesmos, o que não foi comprovado.

Ensaio2- O ciclo biológico de *T. pretiosum* foi em média de 11,47 dias no tratamento sem OTC e CO₂ ambiente e média de 11,43 dias onde houve a emissão de CO₂ em OTC, e finalmente, o tratamento em OTC com CO₂ ambiente, cujo valor médio foi de 11,13 dias (Tabela 2). Ressaltando que dentro das condições experimentais não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Este parasitoide apresenta ciclo relativamente curto; após 10,4 dias ocorre a emergência dos adultos a 25 °C, (Cônoli et al., 1999). Este ciclo foi inferior ao observado neste trabalho, quando se leva em conta as 24 horas em que as posturas ficaram na área de campo, e em seguida remanejadas para sala a 25±2 °C.

O número de *T. pretiosum* emergidos/ovos parasitados foi em média de 1,25 indivíduos, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. , A 24 °C e fotoperíodo

de 14 horas, Silva (2011) observou 2,28 adultos/ovo hospedeiro, valor superior ao observado neste trabalho.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto à razão sexual de *T. pretiosum*, cuja média foi de 0,48, prevalecendo à emergência de machos, o que não é favorável em programas de controle biológico (Tabela 2). Valor superior foi observado por Silva (2011) a 24 °C, cuja razão sexual foi de 0,77, prevalecendo a emergência de fêmeas.

A porcentagem de parasitismo nas parcelas com a emissão de dióxido de carbono foi inferior a 50%, enquanto no tratamento com dióxido de carbono ambiente + OTC foi de 52,73 e com dióxido ambiente na ausência de OTC, foi de 54,06. Apesar da inferioridade observada, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Considerando que os fatores abióticos influenciam na atividade biológica dos insetos e que as mudanças climáticas globais podem alterar os padrões atuais de distribuição e severidade de ataque de pragas e atuação de seus inimigos naturais, a verificação das alterações e riscos em decorrência do aquecimento global é fundamental para o planejamento futuro de técnicas de manejo para a cultura do milho.

Conclusão

A emissão de dióxido de carbono durante 24 horas não interferiu na incubação dos ovos de *S. frugiperda*, como também no parasitismo de *T. pretiosum*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a concessão da bolsa de Pós-Doutorado Empresarial à primeira autora. E à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), o apoio financeiro.

Literatura Citada

CÔNSOLI, F.L.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 43: 271-275. 1999.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. *Journal of Economic Entomology*, 76: 1052-1054. 1983.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; MATOSO, M.J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 40p. 1999. (EMBRAPA/ CNPMS Circular Técnica. 30).

FERREIRA, D.F. Sistema SISVAR para análises estatísticas: Manual de orientação. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Exatas. 37p. 2000.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P, CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41: 1693-1698. 2006.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; BUSATO, G.R. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. Revista Brasileira de Agrociência, 8: 219-224. 2002.

SHARMA, H.C. Global Warming and Climate Change: Impact on Arthropod Biodiversity, Pest Management, and Food Security. 23 [dspace.icrisat.ac.in/.../GlobalWarmingAndClimateChangePages11_2010.pdf](https://www.dspace.icrisat.ac.in/.../GlobalWarmingAndClimateChangePages11_2010.pdf). Acesso em 08/5/2012.

SILVA, C.S.B. Bioecologia de *Spodoptera frugiperda* e de seus parasitóides de ovos *Telenomus remus*, *Trichogramma atopovirilia* e *T. pretiosum*. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 126p. 2011.



Figura 1. Câmara de Topo Aberto (Open-Top Chambers – OTCs)

Tabela 1. Efeito da emissão de dióxido de carbono na incubação dos ovos de *S. frugiperda*.

Tratamentos	Viabilidade dos Ovos ² (%)	Ovos Inviáveis ² (%)	Período de Incubação dos Ovos ² (dias)
Sem OTC	85,87 A	14,13 A	4,0 A
OTC + CO2 ambiente	71,61 A	31,11 A	4,1 A
OTC + CO2 ¹	75,68 A	21,60 A	4,0 A
Médias	77,72	22,28	4,03
CV (%)	5,99	21,77	1,09

¹ CO2 - 500 ppm emitidos/parcela² Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).**Tabela 2.** Efeito da emissão do CO2 em ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. pretiosum*.

Parâmetros Avaliados	Tratamentos ²			Médias	CV (%)
	CO2 Ambiente Sem OTC	CO2 Ambiente + OTC	CO2 ¹ + OTC		
Período de Incubação de <i>S. frugiperda</i> (dias)	4,03 A	4,0 A	4,10 A	4,04	1,23
Viabilidade dos ovos de <i>S. frugiperda</i> (%)	39,96 A	42,80 A	45,91 A	42,89	14,88
Ovos de <i>S. frugiperda</i> Inviáveis (%)	7,24 A	4,47 A	8,80 A	6,84	16,15
<i>T. pretiosum</i> /ovo (N)	1,32A	1,21 A	1,22A	1,25	1,61
Ciclo de <i>T. pretiosum</i> (dias)	11,47 A	11,13 A	11,43 A	11,34	0,61
Razão sexual	0,46 A	0,55 A	0,44 A	0,48	2,62
Parasitismo (%)	54,06 A	52,73 A	45,29 A	50,69	13,64

¹ CO2 - 500 ppm emitidos/parcela² Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).