

DESEMPENHO DE ESPÉCIES DE *Trichogramma* WEST. (HYM: TRICHOGRAMMATIDAE)
PARA O CONTROLE DE *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE)

por

GILBERTO SANTOS ANDRADE

(Sob Orientação do Professor Dirceu Pratissoli)

RESUMO

Espécies do gênero *Trichogramma* têm sido pesquisadas em todo o mundo para o controle biológico de lepidópteros-praga. Para que a eficiência desses parasitóides seja aumentada faz-se necessário a realização de estudos básicos visando à seleção de espécies em relação ao ambiente e seus hospedeiros. No Brasil, a espécie *Trichogramma pretiosum* Riley é a mais utilizada para o controle de lepidópteros-praga do algodoeiro. Assim, comparou-se o desempenho de outras espécies tais como: *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hym.: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) sob temperaturas constantes (20, 25 e 30°C) e alternadas (fase imatura a 25°C e adultos submetidos a 20 e 30°C para parasitismo). Adicionalmente, as espécies com melhor desempenho nas temperaturas estudadas foram testadas oferecendo ovos de *H. virescens* em folhas de algodoeiro das cultivares BRS 8H e BRS Safira. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de parasitismo e viabilidade; razão sexual e número de indivíduos por ovo. *T. atopovirilia* foi a espécie com melhor desempenho em todas as condições térmicas estudadas constatado através da maior porcentagem de parasitismo. *T. pretiosum* e *T. exiguum* apresentaram a mesma taxa de parasitismo em ovos de *H. virescens* e *T. acacioi* obteve a menor taxa de parasitismo. Com base nesses resultados, o estudo oferecendo

ovos em folhas das duas cultivares de algodoeiro foi conduzido com *T. exiguum*, *T. pretiosum* e *T. atopovirilia*. As cultivares de algodoeiro afetaram o parasitismo de ovos de *H. virescens* de *T. atopovirilia* e *T. exiguum*, sendo inferior quando os ovos foram oferecidos em folhas de BRS Safira. Não houve efeito das cultivares no parasitismo de *H. virescens* por *T. pretiosum*. Os resultados evidenciam que *T. atopovirilia* e *T. exiguum* apresentaram melhor parasitismo de ovos depositados em BRS 8H e o parasitismo de *T. atopovirilia* foi superior aquele de *T. pretiosum* quando ovos encontravam-se sobre a cultivar BRS Safira. Assim, futuros estudos devem ser conduzidos com *T. atopovirilia* parasitando ovos de *H. virescens* em condição de campo e onde sejam analisadas variáveis como quantidade de parasitóides a serem liberados para a obtenção de taxas de parasitismo satisfatórias.

PALAVRAS-CHAVE: Parasitóide de ovos, lagarta da maçã-do-algodoeiro, *Gossypium hirsutum*, temperatura

POTENTIAL OF *Trichogramma* WEST. (HYM: TRICHOGRAMMATIDAE) SPECIES TO
CONTROL *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE)

by

GILBERTO SANTOS ANDRADE

(Under the Direction of Dirceu Pratissoli)

ABSTRACT

One important aspect of maximizing pest natural mortality factors is to enhance the action of natural enemies into integrated pest management programs. Species of the egg parasitoid *Trichogramma* have been investigated and used successfully around the world. To boost the utilization of these parasitoids as biological control agent, basic studies on species selection regarding the interactions with environmental conditions and host plants is needed. In Brazil, *Trichogramma pretiosum* Riley is recommended to control lepidopteran pests of cotton. Thus, this research evaluated the potential of other three *Trichogramma* species in comparison to *T. pretiosum* parasitizing eggs of tobacco budworm *Heliothis virescens* (Fabr.) under constant (20, 25 and 30°C) and alternated (immature development at 25°C and adult submitted to 20 and 30°C) temperatures. Additionally, the best performing species at these temperature regimes were tested when offering egg of the host tobacco budworm on cotton leaves of two varieties (ca. colored BRS Safira and white fibers BRS 8H). The species studied were: *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares and *T. pretiosum*. The evaluated parameters were: parasitism rate and its viability, sex ratio of the progeny and number of descendents emerged per egg parasitized. Overall, *T. atopovirilia* exhibited the best performance through all temperature regimes studied. *T. pretiosum* and *T.*

exiguum achieved similar parasitism rate of *H. virescens* eggs, while *T. acacioi* showed the lower performance. Based on the results above, parasitism of eggs offered on cotton leaves was conducted with the species *T. exiguum*, *T. pretiosum* and *T. atopovirilia*. The cotton variety affected the parasitism rate of *T. exiguum* and *T. atopovirilia* resulting in lower parasitism when eggs were offered on BRS Safira cotton leaves, but it was similar for *T. pretiosum*. Therefore, under constant and alternating temperatures and host exposure on cotton leaves all species parasitized eggs of *H. virescens*, but *T. atopovirilia* exhibited better performance in comparison to the others. Therefore, further studies should be conducted looking for other field aspects related with the use of this parasitoid such as dispersion and field parasitism.

KEY WORDS: Egg parasitoids, cotton bollworm, biological control, integrated pest management.

DESEMPENHO DE ESPÉCIES DE *Trichogramma* WEST. (HYM: TRICHOGRAMMATIDAE)
PARA O CONTROLE DE *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE) EM
ALGODOEIRO

por

GILBERTO SANTOS ANDRADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro - 2007

DESEMPENHO DE ESPÉCIES DE *Trichogramma* WEST. (HYM: TRICHOGRAMMATIDAE)
PARA O CONTROLE DE *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE)

por

GILBERTO SANTOS ANDRADE

Orientador: _____
Dirceu Pratissoli - CCA-UFES

Co-orientadores: _____
Jorge Braz Torres - UFRPE

Reginaldo Barros - UFRPE

Examinadora: _____
Cristina Schetino Bastos - CNPA/EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Antonio Caetano de Andrade, e minha irmã, Terezinha Aparecida Santos Andrade da Silveira, que sempre me apoiaram mesmo nos momentos de dificuldade;

À minha mãe, Ana Maria dos Santos (*in memoriam*), que despertou em mim o interesse pelos estudos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade dada a minha formação profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo pela logística;

Ao Prof. Dirceu Pratisoli pela orientação e amizade ao longo desses anos e pelo exemplo de persistência para o alcance de objetivos almejados;

Ao Prof. Jorge Braz Torres pela co-orientação, sugestões, amizade e disposição em me auxiliar nos momentos em que mais precisei;

Ao Prof. Reginaldo Barros pela co-orientação e ensinamentos;

A Dra. Cristina Schetino Bastos, da Embrapa Algodão, pelo fornecimento das sementes de algodão e pela sua contribuição neste trabalho;

Ao Prof. Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr., pela prontidão em solucionar eventuais problemas durante o curso;

Ao Prof. José Vargas de Oliveira, pelos ensinamentos, profissionalismo e por ter se tornado um grande amigo;

Ao Prof. José Cola Zanuncio, da Universidade Federal de Viçosa, pelas valiosas sugestões;

A todos os demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE, que me ajudaram no cumprimento de mais uma etapa profissional de minha vida;

À Sra. Neide Graziano Zerio, do Laboratório de Biologia de Insetos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pelo fornecimento de *Heliothis virescens* para o estabelecimento da criação de manutenção.

Ao Dr. Crébio José Ávila, da Embrapa Agropecuária Oeste pela colaboração;

À Darcy, da secretaria do Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola;

Aos contemporâneos do Laboratório de Entomologia do CCA-UFES, principalmente aos integrantes da Lendária Equipe de Campo, onde tudo começou;

Aos meus amigos Hugo Bolsoni Zago, Hugo José Gonçalves dos Santos Jr., Marcela Campanharo, Priscila Alves Lima, que foram muito importantes durante minha permanência em Recife;

Aos amigos Leandro Pin Dalvi (irmão), Anderson M. Holtz e José Salazar Zanuncio Jr., pelas sugestões e amizade;

Aos amigos Daniel José Calvi, Flávio Cipriano (Calouro), integrantes da “República Potrão”;

Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola: Ana Elizabeth, Aguaraci, Cléia, Marta Câmara, Franklin e Marciene;

À todos os amigos do Programa da Fitossanidade da UFRPE;

À Dona Carlota, pela organização do laboratório e pelo cafezinho sempre disponível para todos.

À equipe do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário: André, Alexandre (Caju), Arildo, Camila (bichinho de estimação), Dâmaris, Débora, Eduardo Grecco, Flávio (Bronco), Flávio Neves, Fernando, Franciane, Gizele, Gustavo, Henrique, Juliéder, João Rafael, Lídia, Luziani, Marina, Natália (Japa), Renata, Dr. Ricardo A. Polanczyk, Ulysses, Vando, Wagner (Doido).

À Deus pela ajuda nessa escalada que é a vida, tornando-a cada vez melhor em tudo!

SUMÁRIO

	Páginas
DEDICATÓRIA	vii
AGRADECIMENTOS	viii
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO.....	01
LITERATURA CITADA.....	05
2 PARASITISMO DE OVOS DE <i>Heliothis virescens</i> (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE POR ESPÉCIES DE <i>Trichogramma</i> WEST. (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) EM TEMPERATURAS CONSTANTES E ALTERNADAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
AGRADECIMENTOS.....	23
LITERATURA CITADA.....	23
3 PARASITISMO DE OVOS DE <i>Heliothis virescens</i> (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE) POR TRÊS ESPÉCIES DE <i>Trichogramma</i> WEST (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) EM FOLHAS DE ALGODOEIRO DE FIBRA BRANCA E COLORIDA.....	30
RESUMO	31

ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
AGRADECIMENTOS.....	41
LITERATURA CITADA.....	42

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O algodoeiro está entre as mais importantes plantas cultivadas pelo homem, sendo utilizada por cerca de três bilhões de pessoas e possuindo área total cultivada estimada em 33 milhões de hectares (ICAC 2004). O Brasil é um dos maiores produtores, superado apenas pela China, Estados Unidos, Índia e Paquistão dentre mais de 70 produtores apresentando aproximadamente um milhão de hectares (ICAC 2004, Bélot *et al.* 2005). No entanto, a área cultivada com algodoeiro no Brasil tem sofrido oscilações constantes pelo alto custo de produção, devido entre outros fatores, a necessidade de controle de pragas durante os diferentes estágios fenológicos da cultura (Santos 1999).

A lagarta da maçã-do-algodoeiro, *Heliothis virescens* (Fabr.), destaca-se como praga importante desta malvácea em todo o continente americano, possuindo, ainda, outras 16 espécies de plantas pertencentes a oito famílias botânicas como hospedeiros (Yépez *et al.* 1990) incluindo, tomate, soja e fumo (Fitt 1989, Moraes & Mescher 2005, Terán-Vargas *et al.* 2005).

Os adultos de *H. virescens* possuem coloração verde-pálida, com três faixas oblíquas nas asas anteriores e coloração mais clara nas posteriores (Gallo *et al.* 2002). A capacidade de oviposição de fêmeas de *H. virescens* é de 500 a 3000 ovos (Moraes *et al.* 1999). Os ovos possuem coloração amarelo-clara, quando recém-depositados apresentando amarronzados próximos à eclosão. As lagartas recém-emergidas apresentam coloração clara, com cápsula cefálica de tonalidade marrom escura; posteriormente, apresentam coloração variável e atingem 20 a 25 mm de comprimento (Gallo *et al.* 2002). Logo após a emergência, utilizam os restos do córion como alimento e, posteriormente, começam a se alimentar das folhas de algodoeiro. Essa

injúria pode ser confundida com a do curuquerê-do-algodoeiro *Alabama argillacea* (Hübner) (Medeiros 1938). No entanto, as perdas ocasionadas por *H. virescens* advêm principalmente da destruição das partes reprodutivas tais como botões florais e maçãs do algodoeiro (Medeiros 1938, Moraes *et. al.* 1999, Gallo *et al.* 2002). Como consequência, há uma aceleração da biossíntese de etileno pela planta, hormônio vegetal responsável pela abscisão foliar, senescência floral e amadurecimento; denotando alterações fisiológicas da planta, promovendo gastos de energia e, conseqüentemente, redução na produção (Beltrão & Sousa 2001).

O controle químico é o mais empregado em todo mundo para o controle de lepidópteros-praga ocorrentes nesta cultura, embora amplamente questionado devido aos impactos resultantes do seu uso (Fitt 1989, Luttrell *et al.* 1994, Ahmad *et al.* 2003), e devido ao fato de muitas vezes ser utilizado sem que se observem as reais densidades populacionais dos insetos. Assim, este método tem ocasionado a quebra do equilíbrio ecológico reduzindo a atuação de agentes naturais de controle (Naranjo 2001), uma vez que grande diversidade de parasitóides e predadores é encontrada nesta cultura, atuando como reguladores de insetos-praga (Ramiro & Faria 2006). No entanto, em ambientes de cultivo, a ação dos agentes naturais de controle biológico normalmente não é suficiente para manter os insetos-praga abaixo do nível de dano econômico (Dent 2000). Esse padrão é diferente do verificado em sistemas naturais, onde a complexidade e a diversidade do sistema permitem que as populações de praga e de inimigos naturais ocorram em equilíbrio, com poucas chances de se verificarem surtos de pragas (Dent 2000, Holt & Hochberg 2001). Logo, no contexto de cultivos comerciais, o manejo integrado de pragas busca a máxima exploração dos reguladores naturais e associação de métodos de controle quando possível, sendo alguns deles adotados tendo por base níveis pré-estabelecidos de tomada de decisão (Gravena 1992, Kogan 1998, Mansfield *et al.* 2006).

Atualmente, apesar do cultivo do algodão empregar medidas de manejo de pragas consideradas como as mais avançadas e dentre estas o uso de plantas geneticamente modificadas resistentes a pragas (Sawahel 2001, Qaim *et al.* 2003), alguns estudos demonstram que os problemas poderão persistir mediante a resultados de laboratório que relatam a possibilidade de seleção de populações resistentes de lagartas que atacam as maçãs do algodoeiro a esta tecnologia (Gould *et al.* 1992, Gahan *et al.* 2001, Jurat-Fuentes *et al.* 2003, Tabashnik *et al.* 2005). Este fato sugere a necessidade de integração de outras tecnologias visando a redução da pressão de seleção e, como consequência, a chance de perda de tecnologia por evolução de resistência das pragas-alvo.

Mediante a constatação de parasitismo natural de lepidópteros-praga por parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* em algodoeiro, há a possibilidade de utilização desses inimigos naturais no manejo de pragas nesta cultura (Hohmann & Santos 1989, Fernandes *et al.* 1999). Além disso, o êxito na utilização deste parasitóide para o controle de pragas-chave em diferentes culturas reforça essa possibilidade, fazendo deste inimigo natural um dos mais utilizados e pesquisados em todo o mundo (Hassan 1994 e 1997), resultando em mais de 16 milhões de hectares submetidos a liberações inundativas (van Lenteren 2003). No entanto, a falta de informações básicas sobre o desempenho de diferentes de espécies de *Trichogramma* e as interações do ambiente sobre estas permite questionar à viabilidade de sua utilização na cultura do algodão (Suh *et al.* 2000). Isto se deve a erros cometidos nas fases de avaliação e de utilização destes microhimenópteros e estes; incluem falta de constatação preliminar da presença da praga no campo, seleção equivocada da espécie e/ou linhagem a ser utilizada; baixa qualidade do inimigo natural produzido; erros em relação ao número de parasitóides liberados e a forma de liberação; desconhecimento da dinâmica da praga e da fenologia da planta; desconsideração das interações com outros agentes de controle biológico no ambiente; desprezo pela ação de produtos

químicos de largo espectro (Parra *et al.* 2002). O conhecimento destas informações possibilita a inclusão destes agentes de controle em programas de manejo integrado de pragas da cultura, permitindo explorar sua capacidade de regulação de insetos-praga e, ao mesmo tempo, causar menor impacto sobre outros agentes de regulação natural (Waage 2001).

Espécies do gênero *Trichogramma* são classificadas como parasitóides generalistas, mas com certa preferência hospedeira (Monje *et al.* 1999, Pratisoli & Parra 2001, Mansfield & Mills 2003), devido às características genéticas, que condicionam respostas a estímulos nos inimigos naturais (Vinson 1997).

O desempenho de espécies de *Trichogramma* em relação a fatores ambientais deve ser, também, avaliado, pois o potencial expresso em condições ótimas pode ser afetado, sob condições adversas. A temperatura é o fator abiótico que mais influencia esse comportamento, alterando a duração do ciclo, parasitismo, razão sexual e longevidade dos insetos (Hoffmann & Hewa-Kapuge 2000, Molina *et al.* 2005). E, segundo Vinson (1997) o maior ou o menor desempenho destes parasitóides em função dos fatores físicos do ambiente está condicionado ao genótipo destes organismos. Além disso, a complexidade morfológica e fisiológica do algodoeiro e de suas diferentes cultivares pode afetar estes agentes de controle natural, pois as estruturas presentes na superfície do vegetal podem limitar o acesso e a localização do hospedeiro (Lukianchuk & Smith 1997, Gingras *et al.* 2002, Romeis *et al.* 2005). No caso das espécies do gênero *Trichogramma*, devido ao seu diminuto tamanho, este fato adquire importância particular, já que a fase final de localização do hospedeiro ocorre por caminhar e vôos curtos na superfície do substrato onde os ovos se encontram (Romeis *et al.* 1998, Romeis *et al.* 2005).

O condicionamento de agentes de controle biológico em laboratório causa alterações no comportamento e efetividade dos mesmos (Takada *et al.* 2001, van Lenteren 2003). Com isso, o

processo de localização do hospedeiro, que representa uma etapa crítica na relação parasitóide-hospedeiro, pode ser afetado (Waage 2001).

No Brasil, apesar de algumas pesquisas virem sendo conduzidas com *T. pretiosum* objetivando o controle de lepidópteros-praga do algodoeiro (Almeida 2000 e 2001), estudos que investiguem o potencial de utilização de outras espécies para o controle de pragas nesta cultura são inexistentes. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho de *T. exiguum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* em comparação a *T. pretiosum*, parasitando ovos de *H. virescens* em diferentes condições térmicas e em folhas de duas cultivares de algodoeiro.

Literatura Citada

- Ahmad, N., B. Fatima, G.Z. Khan & N.A. Salan. 2003.** Field management of insect pest of cotton through augmentation of parasitoids and predators. *Asian J. Plant Sci.* 2: 563-565.
- Almeida, R.P. 2001.** Cotton insect pest control on a small farm: an approach of successful biological control using *Trichogramma*. *Proc. Exp. Appl. Entomol.* 12: 81-84.
- Almeida, R.P. 2000.** Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. *Proc. Exp. Appl. Entomol.* 11: 27-31.
- Bélot, J.L., I.M. Carraro, P.C.A. Vilela, O. Pupim Jr., J. Martin, P. Silvie, C. Marquié. 2005.** Novas cultivares de algodão obtidas no Brasil: 15 anos de colaboração entre a COODETEC e o CIRAD. *Cad. Ciên. Tecnol.* 22: 479-494.
- Beltrão, N.E.M. & Souza, J.G. 2001.** Fisiologia a ecofisiologia do algodoeiro, p. 54-75. In Embrapa Agropecuária Oeste: Dourados. Algodão: tecnologia de produção, 296 p.
- Dent, D. 2000.** Insect pest management. Wallingford, CABI International, 410p.
- Fernandes, M.G., A.C. Busoli & P.E. Degrande. 1999.** Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fabr. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum*

- Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiro no Mato Grosso do Sul. An. Soc. Entomol. Brasil. 28: 695- 701.
- Fitt, G.P. 1989.** The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Annu. Rev. Entomol. 34: 17-52.
- Gahan, L., F. Gould, D.G. Heckel. 2001.** Identification of a gene associated with Bt resistance in *Heliothis virescens*. Science 293: 857-860.
- Gallo, D., O. Nakano, S.S. Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Gingras, D., P. Dutilleul, G. Boivin. 2002.** Modeling the impact of plant structure on host-finding behavior of parasitoids. Oecologia 130: 396-402.
- Gould, F., A. Martinez-Ramirez, A. Anderson, J. Ferre, F.J. Silva & W.J. Moar. 1992.** Broad-spectrum resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in *Heliothis virescens*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 7986-7990.
- Gravena, S. 1992.** Controle biológico no manejo integrado de pragas. Pesq. Agropec. Bras. 27: 281-299.
- Hassan, S.A. 1997.** Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico, p. 183-206. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Hassan, S.A. 1994.** Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control, p. 55-71. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), *Biological control with egg parasitoids*. Wallingford, CAB International, 286p.
- Hoffmann, A.A. & S. Hewa-Kapuge. 2000.** Acclimation for heat resistance in *Trichogramma* nr. *brassicae*: can it occur without costs? Funct. Ecol. 14: 55-60.

- Hohmann, C.L. & Santos, W.J. 1989.** Parasitismo de ovos de *Heliothis* spp. e *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) no norte do Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 162-164.
- Holt, R.D. & M.E. Hochberg. 2001.** Indirect interactions, community modules and biological control: a theoretical perspective, p. 13-37. In E. Wanjberg, J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), Evaluating indirect ecological effect of biological control. Wallingford, CABI Publishing, 261p.
- ICAC (International Cotton Advisory Committee). 2004.** Cotton: review of the world situation. (volume, 58). Washington, ICAC, 20p.
- Jurat-Fuentes, J.L., F.L. Gould & M.J. Adang. 2003.** Dual resistance to *Bacillus thuringiensis* cry1Ac and cry2Aa toxins in *Heliothis virescens* suggests multiple mechanisms of resistance. Appl. Environ. Microbiol. 69: 5898–5906.
- Kogan, M. 1998.** Integrated pest management historical perspectives and contemporary developments. Annu. Rev. Entomol. 43: 243-270.
- Lukianchuk, J.L. & S. M. Smith. 1997.** Influence of plant structural complexity on the foraging success of *Trichogramma minutum*: a comparison of search on artificial and foliage models. Entomol. Exp. Appl. 84: 221-228.
- Luttrell, R.G., G.P. Fitt, F.S. Ramalho & E.S. Sugonyaev. 1994.** Cotton pest management: part 1. a worldwide perspective. Annu. Rev. Entomol. 39: 517-526.
- Mansfield, S., M.L. Dillon & M.E.A Whitehouse 2006.** Are arthropod communities in cotton really disrupted? an assessment of insecticide regimes and evaluation of the beneficial disruption index. Agric. Ecosyst. Environ. 113: 326-335.

- Mansfield, S. & N.J. Mills. 2003.** A comparison of methodologies for the assessment of host preferences of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. Biol. Control 29: 332-340.
- Medeiros, L.O.T. 1938.** A “lagarta da maçã do algodoeiro” *Chloridea virescens* (Fab.). Campinas, IAC, 12p. (Boletim Técnico, 28).
- Molina, R.M.S., V. Fronza & J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. Rev. Bras. Entomol. 49: 152-158.
- Monje, J.C., C.P.W. Zebitz, B. Ohnesorge. 1999.** Host and host age preference of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on different host. J. Econ. Entomol. 92: 97-103.
- Moraes, C.M. & M.C. Mescher. 2005.** Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. Ecol. Entomol. 30: 564-570.
- Moraes, C.M., A.M. Cortesero, J.O. Stapel & W.J. Lewis. 1999.** Intrinsic and extrinsic competitive interactions between two larval parasitoids of *Heliothis virescens*. Ecol. Entomol. 24: 402-410.
- Naranjo, S.E. 2001.** Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20: 835-852.
- Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.** Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar, p. 125-137. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil. São Paulo, Manole, 609p.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2001.** Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 277-282.

Qaim, M., E.J. Cap & A. Janvry. 2003. Agronomics and sustainability of transgenic cotton in Argentina. AgBioForum 6: 41-47.

Ramiro, Z.A. & A.M. Faria. 2006. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard[®] PD 90 e convencional Delta Pine Acala 90. Arq. Inst. Biol. 73: 119-121.

Romeis, J., D. Babendreier, F.L. Wäckers & T.G. Shanower. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids-underlying mechanisms and implications. Basic Appl. Ecol. 6: 215-236.

Romeis, J., T.G. Shanowe & C.P.W. Zebitz. 1998. Physical and chemical plant characters inhibiting the searching behaviour of *Trichogramma chilonis*. Entomol. Exp. Appl. 87: 275-284.

Tabashnik, B., T.J. Dennehy & Y. Carrière. 2005. Delayed resistance to transgenic cotton in pink bollworm. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 102: 15389-15393.

Takada, Y., S. Kawamura, & T. Tanaka. 2001. Host preference of *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on its native host, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) after 12 continuous generations on a factitious host. Appl. Entomol. Zool. 36: 213-218.

Terán-Vargas, A.P., J.C. Rodríguez, C.A. Blanco, J.L. Martínez-Carrillo, J. Cibrián-Tovar, H. Sánchez-Arroyo, L.A. Rodríguez-del- Bosque & D. Stanley. 2005. Bollgard cotton and resistance of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) to conventional insecticides in southern Tamaulipas, Mexico. J. Econ. Entomol. 98: 2203-2209.

Santos, W.J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, p. 133-179. In E. Cia, E.C. Freire, W.J. Santos (eds.), Cultura do algodoeiro, Piracicaba, Potafós, 286p.

- Sawahel, W. 2001.** Stable genetic transformation of cotton plants using polybrene-spermidine treatment. *Plant. Mol. Biol. Rep.* 19: 377a-377f.
- Suh, P.C., D.B. Orr, J.W.V. Duyn & D.M. Borchert. 2000.** *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) releases in North Carolina cotton: evaluation of heliothine pest suppression. *J. Econ. Entomol.* 93: 1127-1136.
- van Lenteren, J.C. 2003.** Need for quality control of mass-produced biological control agents, p. 1-18. In J.C. van Lenteren (ed.), *Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures.* Wallingford, CABI Publishing, 327p.
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-119. In J.R.P Parra & R.A Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado.* Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Waage, J.K. 2001.** Indirect ecological effects in biological control: the challenge and the opportunity, p. 1-12. In E. Wajnberg, J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), *Evaluating indirect ecological effects of biological control.* Wallingford, Cabi publishing, 261p.
- Yépez, F.F., J. Clavijo, I. Romero. 1990.** Espécies del complejo *Heliothis virescens* (Fabricius, 1977) (Lepidoptera: Noctuidae) y sus plantas hospederas em Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 16: 169-175.

CAPÍTULO 2

PARASITISMO DE OVOS DE *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE)
POR ESPÉCIES DE *Trichogramma* WEST. (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) EM
TEMPERATURAS CONSTANTES E ALTERNADAS¹

GILBERTO S. ANDRADE¹ E DIRCEU PRATISSOLI²

¹Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE.

²Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre-ES.

¹Andrade, G.S. & D. Pratissoli. Parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma* West. (Hym.: Trichogrammatidae) em temperaturas constantes e alternadas. Neotropical Entomology.

RESUMO – Espécies de *Trichogramma* são encontradas naturalmente parasitando ovos de lepidópteros-praga, mas a preferência hospedeira por espécies destes parasitóides é observada. Assim, a seleção de espécies mais eficientes no parasitismo e desenvolvimento em pragas-alvo é um aspecto importante para o seu uso. Neste contexto, estudaram-se quatro espécies: *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hym.: Trichogrammatidae) sobre ovos *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) em temperaturas constantes e alternadas. Os parasitóides foram criados e mantidos durante a fase adulta nas temperaturas constantes de 20, 25 e 30°C e criada a 25°C e submetidas a fase adulta a 20°C e 30°C para o parasitismo. Trinta ovos de *H. virescens* foram oferecidos aos parasitóides em cartelas de cartolina azul celeste por 24h. Os resultados indicam que o melhor parasitismo foi obtido por *T. atopovirilia* em todos os regimes térmicos enquanto *T. acacioi* apresentou as menores taxas de parasitismo a 25°C e alternada de 25/30°C. O parasitismo oscilou entre 13,8 a 43,8%, com efeitos dos regimes térmicos estudados e variação da resposta da espécie aos estímulos do hospedeiro. De maneira geral, a viabilidade apresentou valores satisfatórios com 80,8 a 98,4%. Houve diferença no número de parasitóides emergidos para *T. exiguum* e *T. acacioi*, nos diferentes regimes térmicos. A temperatura afetou a razão sexual de *T. exiguum* em 25/30°C e houve predominância de fêmeas para *T. pretiosum* e *T. acacioi*. Os resultados evidenciam que *T. atopovirilia* é a melhor espécie, quando comparada às demais espécies para o controle de *H. virescens*.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitóides de ovos, pragas do algodoeiro

PARASITISM OF *Heliothis virescens* (FABR.) EGGS BY SPECIES OF *Trichogramma*
WEST. UNDER CONSTANT AND ALTERNATED TEMPERATURE REGIMES

ABSTRACT – Species of *Trichogramma* are found naturally parasitizing eggs of lepidopteran pests in the field but more tight association of some *Trichogramma* species with certain host species is observed. In this context, the selection of species more efficient in parasitizing and developing on target pest is a critical aspect towards their use. Thus, this study investigated parasitism and development of *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hym.: Trichogrammatidae) parasitizing eggs of the target pest, the tobacco budworm *Heliohtis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) under constant and alternated temperatures. The parasitoids were reared and maintained during adult stage at constant temperatures of 20, 25 and 30°C or reared at 25°C but submitted at adult stage to 20 and 30°C. Thirty eggs of *H. virescens* were offered to the parasitoid attached in blue cards during 24h period. The results indicated a better performance of *T. atopovirilia* throughout all temperature regimes, while the lower performance was observed to *T. acacioi*. The parasitism rate ranged from 13.8 to 43.8% characterizing effects of temperature regimes studied and variation of the response among the parasitoid species. The sex ratio was lower in *T. exiguum* when moved from 25 to 30°C. In addition, the number of parasitoids emerged per egg parasitized was reduced when alternating from 25°C to 30 °C. The results suggest that *T. atopovirilia* is the best species when compared with the other species tested to control of *H. virescens*.

KEY WORDS: Biological control, egg parasitoids, pest of cotton

Introdução

O algodoeiro está entre as mais importantes plantas cultivadas pelo homem, figurando hoje como uma das principais para o agronegócio no mundo. A área total cultivada está estimada em 33 milhões de hectares (ICAC 2004). O Brasil é um dos maiores produtores possuindo aproximadamente um milhão de hectares sob cultivo, sendo superado apenas pela China, Estados Unidos, Índia e Paquistão (ICAC 2004). A atual projeção aponta para um aumento de 20,8% no volume produzido, em função dos melhores preços alcançados nos mercados interno e externo e devido a uma quantidade produzida mundialmente não capaz de suprir a demanda estimada para a safra 2006/07 (CONAB 2007). Apesar da expressividade dessa cultura, o grande desafio a ser superado é a manutenção de altos rendimentos associada a redução custo/benefício, algo que confere sustentabilidade da atividade agrícola. Observa-se que um dos principais fatores que pode contribuir para minimização daquela relação é o uso de tecnologias apropriadas para o manejo de pragas durante os diferentes os estágios fenológicos da cultura, já que o gasto com aquisição e aplicação de inseticidas contribui para onerar o custo de produção da cultura (Santos 1999).

A lagarta da maçã-do-algodoeiro, *Heliothis virescens* (Fabr.), destaca-se como uma das principais pragas dessa cultura no continente americano (McCaffery 1998, Moraes & Mescher 2005). Para a supressão do crescimento populacional deste noctuídeo, o controle químico é a tática mais empregada nesta cultura (Fitt 1989), que apresenta, no entanto, o inconveniente de favorecer o desenvolvimento de resistência nas populações do inseto (Heckel *et al.* 1998, McCaffery 1998), além dos impactos ao ambiente. Assim, novas alternativas de controle devem ser empregadas de forma a reduzir tais efeitos.

O controle biológico de insetos é considerado como um ponto fundamental no planejamento de programas de manejo integrado de pragas em todo o mundo (Waage 2001). Para tanto, há a necessidade do conhecimento das interações existentes no agroecossistema visando obter

informações sobre o desempenho de agentes de controle que apresentem potencial para exercer ação de regulação contra insetos-praga.

A constatação de parasitismo natural de lepidópteros-praga por parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* na cultura do algodão aponta a possibilidade da utilização desses parasitóides em liberações inundativas (Hohmann & Santos 1989, Fernandes *et al.* 1999). No entanto, devido às diferenças ecológicas, respostas diferenciais quanto aos estímulos provocados pelo hospedeiro, bem como a diversidade de estímulos apresentada tanto pelo ambiente quanto pelo hospedeiro, a seleção da espécie com maior afinidade pelo hospedeiro e mais adaptadas ao agroecossistema é fundamental para o êxito desta tática de controle (Smith 1996). Além disso, avaliações da influência dos fatores abióticos sobre os aspectos biológicos desses organismos (Scott *et al.* 1997, Pratissoli *et al.* 2005). Assim, a temperatura é o fator abiótico que mais influencia no ciclo biológico, parasitismo, razão sexual e longevidade dos insetos (Hoffmann & Hewa-Kapuge 2000). A variação no desempenho em resposta aos fatores físicos do ambiente está condicionada ao genótipo destes organismos e o conhecimento do comportamento deste organismo em diferentes condições físicas permite prever o comportamento destes parasitóides quando liberados a campo (Vinson 1997).

Pesquisas têm sido conduzidas com *Trichogramma pretiosum* Riley para o controle de lepidópteros-praga do algodoeiro no Brasil (Almeida 2000 e 2001). No entanto, não existem relatos de estudos que tenham sido realizados para se verificar o potencial de utilização de outras espécies no Brasil. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho de quatro espécies de parasitóides *Trichogramma* em ovos *H. virescens* em diferentes temperaturas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES em câmaras climatizadas ajustadas para as temperaturas de 20, 25 e 30°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12h.

Criação do Hospedeiro Alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller). *A. kuehniella* foi criada em dieta a base de farelo de trigo e milho na proporção de 2:1 acrescida de 30 gramas de levedura de cerveja por Kg de dieta. Os componentes da dieta foram previamente, homogeneizados e distribuídos em caixas plásticas de 30 x 25 x 10 cm. Em cada caixa de criação foram distribuídos aleatoriamente 0,3 g de ovos de *A. kuehniella* sobre a dieta. Os adultos emergidos foram coletados diariamente, sendo as mariposas deste inseto transferidas para gaiolas plásticas de 20 cm de diâmetro por 25 cm de altura, contendo no seu interior tiras de tela de “nylon”, dobradas em zig-zag, para a oviposição. A parte superior das gaiolas foi vedada com tela confeccionada com tecido voil para evitar a fuga das mariposas.

Os ovos foram coletados diariamente por cinco dias e armazenados em câmara climatizada a uma temperatura a 3 ± 1°C, por no máximo 20 dias.

Obtenção e Multiplicação dos Parasitóides. As espécies de *Trichogramma* utilizadas foram: *T. pretiosum* [coletada em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie)] e *T. exiguum* [coletadas com armadilhas confeccionadas com ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*]. Ambas as espécies foram coletadas em plantio de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. nos municípios de Muniz Freire e Alegre, Espírito Santo. Os exemplares de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner foram cedidos pela Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais oriundos de ovos de *H. zea* coletados em plantio de milho *Zea mays* L. Os exemplares de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares cedidos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Essas espécies foram identificadas pela Dr. Ranyse B. Querino, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-

Embrapa Roraima, sendo esses parasitóides inspecionados periodicamente para se verificar a manutenção da qualidade da população.

A multiplicação das espécies de *Trichogramma* foi realizada em ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* aderidos a retângulos de cartolina azul celeste de 8,0 x 2,0 cm e inviabilizados por exposição à lâmpada germicida por 50 minutos. O parasitismo foi permitido por 24h, utilizando-se como câmara de parasitismo tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm, os quais receberam ainda gotículas de mel na parte interna para alimentação dos adultos (Parra 1997).

Criação da Lagarta-da-Maçã. A criação inicial de *H. virescens* foi estabelecida a partir de insetos fornecidos pelo Laboratório de Biologia de Insetos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP e desenvolvida em sala climatizada (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

Os adultos de *H. virescens* foram mantidos em gaiolas confeccionadas de PVC de 20 cm de diâmetro x 25 cm de altura, revestidos internamente com folha de papel branco para facilitar a coleta diária. A face superior dessas gaiolas foi vedada com tecido tipo voil e a alimentação feita com solução de mel à 10% oferecida em frascos de 20 mL contendo chumaço de algodão em contato com a solução. O alimento foi renovado a cada 48 h.

Os ovos de *H. virescens* foram coletados e transferidos para câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h), sendo mantidos nesta condição até o início da emergência das lagartas, que foram individualizadas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm preenchidos até $\frac{1}{4}$ de seu volume com dieta artificial à base de feijão e farelo de trigo adaptada para *H. virescens* a partir de recomendação presente em Greene *et al.* (1976) para criação de *Anticarsia gemmatalis* Hübner. A dieta foi adicionada aos tubos de 8,5 x 2,5 cm, previamente esterilizados à 100°C por 1h e 30 min. e, após resfriada, as lagartas de *H. virescens* foram transferidas com auxílio de um pincel fino umedecido em água destilada, sendo mantidas nesta condição até a pupação. Esse procedimento

foi realizado em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação da dieta. Os tubos foram mantidos em posição horizontal, reduzindo assim, a taxa de mortalidade larval de *H. virescens*.

Condução do Experimento. As espécies de *Trichogramma* foram mantidas por três gerações nas temperaturas de 20, 25 e 30°C para realização dos ensaios nas temperaturas avaliadas.

O parasitismo ocorreu nas condições constantes de 20, 25 e 30°C. O parasitismo em temperaturas alternadas foi avaliado oferecendo-se ovos a indivíduos criados durante a fase imatura a 25°C e os adultos submetidos, para o parasitismo, às temperaturas de 20°C e 30°C. Assim, os ensaios foram compostos por três condições térmicas constantes e duas alternadas.

Fêmeas recém-emergidas das espécies de *Trichogramma* foram individualizadas em tubos de vidro de 4,5 de comprimento x 0,7 cm de diâmetro e, para cada fêmea foram oferecidos 30 ovos de *H. virescens* em cartolina azul celeste de 3,0 x 0,5 cm objetivando a uniformidade da superfície onde os ovos se encontravam, que poderiam ser alteradas pela ação da temperatura. Os ovos foram fixados à cartolina com auxílio de um pincel fino e utilizando goma arábica a 10%. Esta atividade foi realizada sob microscópio estereoscópio. Após 24h de exposição aos ovos, os parasitóides foram removidos. As cartelas contendo ovos parasitados foram mantidas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm vedados com plástico PVC, nas condições de temperatura do parasitismo, umidade e fotofase previamente mencionados. Lagartas recém-eclodidas de ovos não parasitados foram removidas para não afetar o desenvolvimento dos ovos parasitados.

Após a morte dos descendentes, avaliou-se sob microscópio estereoscópio o número de ovos parasitados; ovos com orifício; parasitóides emergidos e número de machos e fêmeas dos descendentes. Posteriormente, o número de ovos parasitados e a viabilidade foram expressos em porcentagem; o número total de parasitóides foi dividido pelo número de ovos com orifício, para se determinar a relação de parasitóides por ovo e a razão sexual foi determinada através da proporção de fêmeas na população.

As variáveis analisadas foram a porcentagem de parasitismo, viabilidade, razão sexual e número de parasitóides produzidos por ovo. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial de 4 (espécies) x 5 (cinco condições térmicas de parasitismo), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa de análise estatística SAEG (versão 5.0).

Resultados e Discussão

Parasitismo. A interação entre as condições térmicas e as espécies de *Trichogramma* foi significativa ($F_{12,280}^p=3,31^{0,0001}$) para a variável parasitismo de ovos. O parasitismo por *T. atopovirilia* foi superior às demais espécies em todas as condições térmicas (Tabela 1). Resultados de Navarro & Marcano (1999) indicam maior parasitismo de *H. zea* por *T. pretiosum* que por *T. atopovirilia*. Entretanto, estudos conduzidos por Beserra & Parra (2004), com esses mesmos parasitóides quando parasitavam ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith), demonstraram que *T. atopovirilia* foi a espécie mais agressiva, com maior porcentagem de parasitismo, conforme detectado neste estudo. Para o controle de *Ecdyolopha aurantiana* (Lima), tanto *T. atopovirilia* quanto *T. pretiosum* foram consideradas espécies aptas para o controle do hospedeiro, utilizando-se como critério de escolha das espécies, dados da biologia e exigências térmicas do inseto (Molina *et al.* 2005). As diferenças entre espécies podem ocorrer mesmo entre linhagens, devido a diferenças em respostas biológicas durante o processo de aceitação do hospedeiro (Bleicher & Parra 1989). Neste sentido, Pratisoli & Parra (2001) estudaram seis linhagens de *T. pretiosum* oriundas de cinco estados (ES, PE, MG, PR e SP) e verificaram variações nas porcentagens de parasitismo entre 43,5% a 69,5%; diferenças de até 1,8 dias no ciclo de vida e variação na razão sexual, quando os insetos desenvolviam-se em ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick).

A temperatura de 25°C, que é empregada pela maioria dos estudos e considerada ótima para uma grande maioria dos insetos (Silveira Neto *et al.* 1976), *T. acacioi* apresentou taxa de parasitismo inferior a *T. exiguum*, *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* (Tabela 1). No entanto, nas duas temperaturas constantes e extremas deste estudo (20 e 30°C) e em condições térmicas alternadas de 25/20°C, *T. acacioi* expressou resultados semelhantes a *T. pretiosum* e *T. exiguum*. Na temperatura de 25/30°C, *T. acacioi* foi estatisticamente semelhante a *T. pretiosum*. Esses resultados evidenciam que *T. acacioi* possui melhor desempenho de parasitismo em condições de baixa temperatura. A ocorrência dessa espécie em elevadas altitudes pode ser um indicativo dessa constatação, resultantes de atributos evolutivos dessa espécie a microclimas de menores temperaturas (Pratissoli & Fornazier 1999).

O efeito das condições térmicas sobre as espécies ocasionou uma redução no parasitismo quando expostas a 30°C independente da temperatura de criação (Tabela 1). Isso sugere que a temperatura de criação não condicionou um maior desempenho quando estas espécies foram submetidas a 30°C para o parasitismo. As causas para uma menor performance em altas temperaturas podem ser atribuídas ao custo para a sobrevivência em detrimento da atividade de parasitismo nesta condição devido a existência da constante térmica, que acelera a atividade metabólica do inseto (Silveira Neto *et al.* 1976). Este fato pode ser decorrente de mudanças na fisiologia dos parasitóides, promovendo gastos energéticos em situações adversas e queda no parasitismo (Scott *et al.* 1997). Diferenças quanto ao desenvolvimento de *T. exiguum* e *T. pretiosum* em cinco temperaturas, quando as espécies desenvolviam-se em ovos de *H. virescens*, foi verificada por Harrison *et al.* (1985). Os autores constataram que *T. pretiosum* possui maior resistência nas altas temperaturas. Já *T. exiguum* não completou seu desenvolvimento a 35°C.

Em relação a temperatura de 25°C, as espécies *T. exiguum* e *T. atopovirilia* obtiveram melhor parasitismo, enquanto a 20°C, tanto constante quanto alternada, resultou em menor

parasitismo. Este fato não foi observado para a espécie *T. acacioi* obtendo mesma porcentagem de parasitismo nesses dois regimes térmicos e para *T. pretiosum* verifica-se que a temperatura alternada de 25/20°C diferiu de 25°C (Tabela 1). Resultados similares, quanto à influência da temperatura sob *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis foram encontrados por Maceda *et al.* (2003). Estes autores verificaram máxima capacidade de parasitismo de ovos *A. kuehniella* na temperatura de 25°C.

Viabilidade de Parasitismo. Houve efeito significativo entre as temperaturas e espécies de *Trichogramma* sobre a viabilidade ($F^p_{12, 280} = 5,44^{0,0001}$). *T. pretiosum* e *T. acacioi* apresentaram viabilidade de parasitismo semelhante a 20°C, mas superior a *T. atopovirilia* e, *T. exiguum* não apresentou diferenças entre estas espécies (Tabela 1). No entanto, todas as espécies mantidas a 25°C exibiram viabilidade superiores a 95%. Resultado este próximo ao observado para *T. pretiosum* em ovos de *H. zea* (91,63%) por Pratisoli & Oliveira (1999) e *T. pretiosum* e *T. exiguum* (99,3% e 97,3%) nas temperaturas de 25°C e 20°C em ovos de *H. virescens* (Harrison *et al.* 1985). Para produção massal de espécies de *Trichogramma* a viabilidade satisfatória é padronizada em taxas superiores a 85% (Almeida 1998) o que não foi observado para *T. exiguum* e *T. atopovirilia* a 30°C e *T. acacioi* a 25/30°C (Tabela 1).

Número de Indivíduos por Ovo. Houve efeito significativo somente da temperatura sobre o número de parasitoides por ovo ($F^p_{4, 280} = 8,150^{0,0001}$) com diferenças estatísticas para *T. exiguum* e *T. acacioi* (Tabela 2). Observa-se que a temperatura de 30°C e 25/30°C promoveram redução do número de parasitoides/ovo da espécie *T. exiguum* em relação a 25°C e para *T. acacioi* de 25°C para 25/30°C (Tabela 2). O número de parasitoides emergidos por ovo em levantamentos realizados em plantios de algodoeiro apresentou variação de um a seis indivíduos em áreas cultivadas no norte de Paraná (Hohmann & Santos 1989). Em Mato Grosso do Sul Fernandes *et al.* (1999) encontraram valores médios de 2 indivíduos/ovo quando *T. pretiosum* utilizava *H.*

virescens como hospedeiro. Essa variação dentro da mesma espécie e hospedeiro pode ser atribuída a diferenças entre as linhagens e, devido às diferenças entre densidades de ovos disponíveis ao parasitóide em laboratório e em estudos a campo como evidenciado em exemplos anteriormente citados. Como no campo há uma maior distribuição dos ovos tanto na planta quanto na área de plantio, devido à dinâmica populacional da praga e seu comportamento biológico, normalmente a localização de hospedeiros viáveis é dificultada, conduzindo a maior alocação de descendentes no mesmo hospedeiro que, muitas das vezes, leva ao superparasitismo e perda de qualidade dos descendentes, mas que garante a sobrevivência da espécie local sob baixas infestações da praga (Schmidt 1994).

Razão Sexual. Foi constatada interação significativa entre espécies e condições térmicas ($F_{12, 280}^p = 3,12^{0,0003}$). De forma semelhante, como observado neste trabalho para *T. exiguum*, a razão sexual dessa espécie em diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (L.) variou entre 0,6 a 0,8 (Pereira *et al.* 2004). Tanto para *T. pretiosum* quanto *T. acacioi*, observou-se uma predominância de fêmeas na população constatada pelos valores de razão sexual próximas de 1,0. Estudos conduzidos com *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* em ovos de *E. aurantiana* demonstraram não haver influência da temperatura sobre este parâmetro biológico (Molina *et al.* 2005). Todavia, os valores encontrados foram semelhantes aos descritos para *T. atopovirilia* e inferiores aos verificados para *T. pretiosum* neste trabalho (Molina *et al.* 2005).

Nas temperaturas de 20 e 25°C, observou-se maior ocorrência de machos de *T. atopovirilia*, seguido de *T. exiguum*. No entanto, estes resultados são considerados satisfatórios (Navarro 1998).

O desempenho de espécies de *Trichogramma* em diferentes regimes térmicos possibilitará uma previsão da efetividade destes parasitóides em liberações inundativas integradas a programas de controle biológico. O potencial de *T. atopovirilia* no controle de *H. virescens* pode ser

evidenciado conforme os resultados demonstrados pela porcentagem de parasitismo em relação as demais espécies avaliadas. Demais estudos, tanto em casa-de-vegetação quanto a campo são necessários para a recomendação de *T. atopovirilia* no controle de *H. virescens* em algodoeiro para a constatação do potencial expresso em laboratório.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo. Ao CNPq pela de bolsa de produtividade em pesquisa fornecida a Dirceu Pratissoli.

Literatura Citada

- Almeida, R.P. 2001.** Cotton insect pest control on a small farm: an approach of successful biological control using *Trichogramma*. Proc. Exp. Appl. Entomol. 12: 81-84.
- Almeida, R.P. 2000.** Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. Proc. Exp. Appl. Entomol. 11: 27-31.
- Almeida, R.P. 1998.** Controle de qualidade na produção de *Trichogramma*, p. 26-34. In R.P. Almeida, C.A.D. Silva & M.B. Medeiros (eds.), Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 61p.
- Beserra, E.B. & J.R.P. Parra. 2004.** Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 48: 119-126.

- Bleicher, E. & J.R.P. Parra.** 1989. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. biologia de três populações. *Pesq. Agropec. Bras.* 24: 929-940.
- CONAB (Companhia Nacional de abastecimento).** 2007. Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Quarto Levantamento – Janeiro/2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 22p.
- Fernandes, M.G., A.C. Busoli & P.E. Degrande.** 1999. Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fabr. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiro no Mato Grosso do Sul. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 28: 695-701.
- Fitt, G.P.** 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 34: 17-52.
- Gomes, J.M.** 1985. SAEG 5.0: Sistema de análises estatística e genética. Viçosa, Imprensa Universitária, 105p.
- Greene, G.L., N.C. Leppla, W.A. Dickerson.** 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 69: 487-488.
- Harrison, W.W., E.G. King & J.D. Ouzts.** 1985. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. *Environ. Entomol.* 14: 118-121.
- Heckel, D.G., L.J. Gahan, J.C. Daly, & S. Trowell.** 1998. A genomic approach to understanding *Heliothis* and *Helicoverpa* resistance to chemical and biological insecticides. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 353: 1713-1722.
- Hoffmann, A.A. & S. Hewa-Kapuge.** 2000. Acclimation for heat resistance in *Trichogramma* nr. *brassicae*: can it occur without costs? *Funct. Ecol.* 14: 55-60.
- Hohmann, C.L. & W.J. Santos.** 1989. Parasitismo de ovos de *Heliothis* spp. e *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro por *Trichogramma pretiosum*

- Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) no norte do Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 161-167.
- ICAC (International Cotton Advisory Committee). 2004.** Cotton: review of the world situation (volume, 58). Washington, ICAC, 20p.
- Maceda, A., C.L. Hohmann & H.R. Santos. 2003.** Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. Braz. Arch. Biol. Technol. 46: 27-32.
- McCaffery, A.R. 1998.** Resistance to insecticides in heliothine lepidoptera: a global view. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 353: 1735-1750.
- Molina, R.M.S., V. Fronza & J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. Rev. Bras. Entomol. 49: 152-158.
- Moraes, C.M. & M.C. Mescher. 2005.** Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. Ecol. Entomol. 30: 564-570.
- Navarro, M.A. 1998.** *Trichogramma* spp. produccion, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Impretec. 176p.
- Navarro, R. & R. Marcano. 1999.** Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. Bol. Entomol. Venez. 14:87-93.
- Parra, J.R.P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Pereira, F.F., R. Barros & D. Pratisoli. 2004.** Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes

densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Cienc. Rural 34: 1669-1674.

Pratissoli, D., J.C. Zanuncio, U. R.Vianna, J. S. Andrade, T. B. M. Pinon, G. S. Andrade.

2005. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), in eggs of two alternative hosts. Braz. Arch. Biol. Technol. 48: 523-529.

Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2001. Seleção de Linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 277-282.

Pratissoli, D. & M.J. Fornazier. 1999. Ocorrência de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes &

Soares (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Nipteria panacea* Thierry-Mieg (Lep.: Geometridae), um geometrídeo desfolhador do abacateiro. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 347-349.

Pratissoli, D. & H.N. Oliveira. 1999. Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie)

no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesq. Agropec. Bras. 34: 891-896.

Santos, W.J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, p.133-179. In E. Cia,

E.C. Freire, W.J. Santos (eds.), Cultura do algodoeiro, Piracicaba, Potafós, 286p.

Scott, M., D. Berrigan, & A.A. Hoffmann, 1997. Costs and benefits of acclimation to elevated

temperature in *Trichogramma carverae*. Entomol. Exp. Appl. 85: 211-219.

Silveira Neto, S., O. Nakano & D. Barbin. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo,

Agronômica Ceres, 419p.

- Schmidt, J. M. 1994.** Host recognition and acceptance by *Trichogramma*, p. 165-200. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. Wallingford, CABI Publishing, 286p.
- Smith, S.M. 1996.** Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 375-406.
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-119. In J.R.P. Parra & R.A Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Waage, J.K. 2001.** Indirect ecological effect in biological control: the challenge and the opportunity, p. 1-12. In E. Wajnberg, J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), *Evaluating indirect ecological effect of biological control*. Wallingford, CABI Publishing. 261p.

Tabela 1. Porcentagem de parasitismo e viabilidade (média \pm EP) de quatro espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de *Heliothis virescens* em diferentes temperaturas.

Espécies	Temperaturas (°C) ¹					Estatística, Gl = 4, 70; F^p
	20	25	30	25/20 ²	25/30 ²	
Porcentagem de parasitismo						
<i>T. exiguum</i>	23,8 Bb (\pm 1,25)	34,4 Ba (\pm 1,51)	17,5 Bc (\pm 1,32)	23,7 Bb (\pm 1,25)	21,5 Bbc (\pm 1,41)	21,31 ^{0,0001}
<i>T. atopovirilia</i>	32,7 Ab (\pm 1,27)	43,8 Aa (\pm 1,68)	25,3 Ac (\pm 1,21)	31,1 Ab (\pm 0,90)	29,3 Abc (\pm 1,53)	26,25 ^{0,0001}
<i>T. acacioi</i>	21,3 Ba (\pm 1,21)	21,8 Ca (\pm 1,12)	13,8 Bb (\pm 0,85)	21,1 Ba (\pm 1,11)	14,7 Cb (\pm 1,33)	11,08 ^{0,0001}
<i>T. pretiosum</i>	25,5 Bab (\pm 1,83)	30,4 Ba (\pm 1,44)	16,7 Bc (\pm 1,08)	25,3 Bb (\pm 1,55)	16,9 BCc (\pm 0,94)	18,24 ^{0,0001}

Estatística, Gl = 3, 56; F^p	11,88 ^{0,0001}	39,26 ^{0,0001}	19,14 ^{0,0001}	11,85 ^{0,0001}	23,96 ^{0,0001}	

Viabilidade (%)						
<i>T. exiguum</i>	96,4 ABa (\pm 1,63)	95,8 Aa (\pm 1,76)	80,8 Bb (\pm 3,52)	98,5 Aa (\pm 1,48)	85,2 Bb (\pm 3,14)	10,05 ^{0,0001}
<i>T. atopovirilia</i>	88,8 Bbc (\pm 2,9)	96,9 Aab (\pm 1,22)	84,4 Bc (\pm 3,03)	97,9 Aa (\pm 1,11)	95,4 Aab (\pm 1,85)	6,68 ^{0,00013}
<i>T. acacioi</i>	98,2 Aa (\pm 1,25)	98,4 Aa (\pm 1,07)	94,5 Aab (\pm 2,45)	89,1 Bbc (\pm 2,19)	80,9 Bc (\pm 3,84)	9,54 ^{0,0001}
<i>T. pretiosum</i>	97,3 Aa (\pm 1,54)	96,0 Aa (\pm 1,79)	87,0 ABb (\pm 3,03)	97,4 ABa (\pm 1,43)	94,8 Aab (\pm 2,36)	4,14 ^{0,0457}

Estatística, Gl = 3, 56; F^p	4,96 ^{0,004}	0,63 ^{ns}	3,51 ^{0,021}	7,73 ^{0,00021}	6,03 ^{0,0124}	

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Temperatura de alternada de criação/exposição ao parasitismo.

Tabela 2. Média (\pm EP) de parasitóides emergidos por ovo e razão sexual de quatro espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de *H. virescens* em diferentes temperaturas em ovos de *Heliothis virescens*.

Espécies	Temperaturas (°C) ¹					Estatística, Gl = 4, 70; F^P
	20	25	30	25/20 ²	25/30 ²	
Número de indivíduos por ovo						
<i>T. exiguum</i>	1,81 ab (\pm 0,05)	1,97 a (\pm 0,06)	1,48 b (\pm 0,08)	1,83 ab (\pm 0,01)	1,56 b (\pm 0,09)	7,06 ^{0,00008}
<i>T. atopovirilia</i>	1,80 a (\pm 0,07)	1,79 a (\pm 0,05)	1,70 a (\pm 0,06)	1,84 a (\pm 0,05)	1,77 a (\pm 0,07)	0,74 ^{ns}
<i>T. acacioi</i>	2,05 a (\pm 0,05)	2,11 a (\pm 0,07)	1,78 ab (\pm 0,07)	1,80 ab (\pm 0,08)	1,67 b (\pm 0,09)	12,11 ^{0,001}
<i>T. pretiosum</i>	1,82 ab (\pm 0,08)	1,97 a (\pm 0,08)	1,74 ab (\pm 0,26)	1,94 ab (\pm 0,08)	1,58 b (\pm 0,08)	4,42 ^{0,00303}
Razão sexual						
<i>T. exiguum</i>	0,82 Bab (\pm 0,02)	0,87 Ba (\pm 0,01)	0,76 Bbc (\pm 0,04)	0,81 Bab (\pm 0,01)	0,71 Cc (\pm 0,04)	4,30 ^{0,0361}
<i>T. atopovirilia</i>	0,75 Ca (\pm 0,02)	0,76 Ca (\pm 0,03)	0,72 Ba (\pm 0,02)	0,78 Ba (\pm 0,01)	0,78 Ba (\pm 0,02)	1,47 ^{ns}
<i>T. acacioi</i>	1,0 Aa (\pm 0,00)	1,0 Aa (\pm 0,00)	1,0 Aa (\pm 0,00)	1,0 Aa (\pm 0,00)	1,0 Aa (\pm 0,00)	0,0 ^{ns}
<i>T. pretiosum</i>	1,0 Aa (\pm 0,00)	1,0 Aa (\pm 0,00)	0,99 Aa (\pm 0,01)	1,0 Aa (\pm 0,00)	0,98 Aa (\pm 0,01)	1,24 ^{ns}
Estatística, Gl= 3, 56; F^P	67,06 ^{0,0001}	84,43 ^{0,0001}	41,1 ^{0,0001}	115,98 ^{0,0001}	39,03 ^{0,0001}	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Temperatura de alternada de criação/exposição ao parasitismo.

CAPÍTULO 3

PARASITISMO DE OVOS DE *Heliothis virescens* (FABR.) (LEP.: NOCTUIDAE) POR TRÊS
ESPÉCIES DE *Trichogramma* WEST (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) EM FOLHAS DE
ALGODOEIRO DE FIBRA BRANCA E COLORIDA¹

GILBERTO S. ANDRADE¹ E DIRCEU PRATISSOLI²

¹Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE.

²Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre-ES, Brasil.

¹Andrade, G.S. & D. Pratissoli. Parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) por três espécies de *Trichogramma* West (Hym.: Trichogrammatidae) em folhas de algodoeiro de fibra branca e colorida. Pesquisa Agropecuária Brasileira.

RESUMO – A aceitação do hospedeiro por *Trichogramma* pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o ovo da praga e a planta hospedeira da praga. Assim, este trabalho avaliou o parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) disponibilizados em folhas das cultivares comerciais de algodoeiro de fibra branca (BRS 8H) e colorida (BRS Safira) por *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae). Trinta ovos da praga, depositados sobre folhas dos respectivos cultivares, foram expostos a cada espécie do parasitóide por 48h, em condições controladas, nas quais foram mantidos até a emergência de seus descendentes. Entre as culturas, obteve-se o maior parasitismo na cultivar BRS 8H. *T. atopovirilia* e *T. exiguum* apresentaram maiores porcentagens de parasitismo, seguido por *T. pretiosum*. Os três parasitóides tiveram viabilidade de parasitismo acima de 90% e razão sexual de 0,79 a 1,0 em ambas as cultivares, mas com menores taxas para *T. exiguum*, seguido por *T. atopovirilia*. O número de descendentes por ovo de *H. virescens* foi semelhante entre as espécies de parasitóides com valores 1,69 a 1,9. De maneira geral, *T. atopovirilia* obteve o melhor desempenho em ambas as cultivares, diferenciando de *T. pretiosum*.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitóides de ovo, *Gossypium hirsutum*, manejo integrado de pragas

PARASITISM OF *Heliothis virescens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EGGS BY THREE
Trichogramma SPECIES WEST (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) ON LEAVES OF WHITE
AND COLORED FIBERS COTTON

ABSTRACT – The acceptance of the host by *Trichogramma* can be affected by many factors, including the egg of the pest and the plant host of the pest. Thus, this work evaluated the parasitism of *Heliothis virescens* (Fabr.) (Lep.: Noctuidae) eggs on leaves of commercial cottons of white (BRS 8H) and colored (BRS Safira) fibers by *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae). Thirty eggs of the pest were exposed on leaves of the respective cotton to one female of each parasitoid during 48 hours in controlled conditions, which were also maintained until the emergency of their descendants. The parasitism rate was higher on the BRS 8H cotton with better parasitism of *T. atopovirilia* and *T. exiguum*, followed by *T. pretiosum*. The parasitism viability was above 90%, and sex rate from 0.79 to 1.00 on both cotton genotypes, but with lower values for *T. exiguum* followed by *T. atopovirilia*. The number of descendants per parasitized egg of *H. virescens* was similar between the parasitoid species with values from 1.69 to 1.9. Overall, *T. atopovirilia* achieved better results on both cotton cultivars differing from *T. pretiosum*.

KEY WORDS: Biological control, eggs parasitoids, *Gossypium hirsutum*, integrated pest
management

Introdução

Cultivares de algodoeiro com características desejáveis pela indústria têxtil têm sido pesquisadas por órgãos públicos e privados de forma a se obter maior rentabilidade da atividade, além de ganhos em produtividade (Costa & Bueno 2004). Assim, o desenvolvimento de cultivares de fibra branca, que apresentam alta produtividade e, coloridas com vantagens de elevada demanda econômicas e ambientais asseguram uma substancial melhoria de renda de produtores (ABRAPA 2006). No entanto, o controle de pragas é um ponto ainda que requer grande atenção, pois a busca da produtividade pode comprometer os custos operacionais, incluindo o manejo fitossanitário.

Dentre as pragas que atacam o algodoeiro, a lagarta da maçã-do-algodoeiro, *Heliothis virescens* (Fabr.), possui ampla distribuição no continente americano, podendo utilizar 16 espécies de oito famílias botânicas como hospedeiro (Yépez *et al.* 1990). Além do algodoeiro, culturas de importância econômica como o fumo, tomate, girassol e soja são atacadas (McCaffery 1998, Blanco *et al.* 2006).

As interações com os fatores bióticos do ambiente, como reguladores da densidade populacional de pragas despontam como estratégia fundamental no manejo de pragas pela possibilidade de diminuição do uso de inseticidas sintéticos e menores impacto sobre organismos não alvo (Ghini & Bettiol 2000, Waage 2001). Dessa forma, o controle biológico assume importância fundamental no manejo ecologicamente sustentável, permitindo o uso de agentes naturais de controle em liberação inundativas, após o estudo do ecossistema e das potencialidades de cada agente de controle. Fato este, potencializado pela ocorrência natural de parasitismo de ovos de lepidópteros-praga do algodoeiro por *Trichogramma* (Hohmann & Santos 1989, Fernandes *et al.* 1999), demonstra a possibilidade de utilização desses parasitóides no manejo de pragas desta cultura. No entanto, um ponto-chave para o êxito da utilização desses agentes é a

compreensão das relações entre o inimigo natural e o meio em que o hospedeiro se encontra (Quayle *et al.* 2003).

A atuação da planta hospedeira sobre o parasitismo de espécies de *Trichogramma* tem sido documentada em diversos estudos, nos quais há indícios de que podem ocorrer taxas de parasitismo diferenciadas dependendo da planta e da espécie de parasitóide (Romeis *et al.* 2005). O entendimento do parasitismo de hospedeiros desenvolvendo-se sobre diferentes cultivares ou espécies vegetais permite prever o desempenho de espécies de *Trichogramma* mediante interações com diferentes agroecossistemas (Bottrell *et al.* 1998). A utilização de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner para o controle de *H. virescens* e *Helicoverpa zea* (Boddie), embora tenha se verificado um incremento na taxa de parasitismo, não foi suficiente a ponto de reduzir a densidade de lagartas de quinto ínstar, número de maçãs danificadas e o rendimento total da planta naquelas parcelas (Suh *et al.* 2000). Ressalta-se, ainda, que estudos prévios mostram a necessidade de liberação de grande densidade de parasitóides de forma a se obter moderado nível de parasitismo (Suh *et al.* 2000). Além disso, a localização do hospedeiro, nestas espécies de parasitóides é feita através de caminhamento e de pequenos vôos sobre as folhas, de modo que as características foliares podem reduzir a localização e o desempenho destes inimigos naturais (Romeis *et al.* 2005). Assim, testes em laboratório devem ser conduzidos de forma a aprimorar a eficiência destes organismos. Portanto, este trabalho avaliou o desempenho de três espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de *H. virescens* depositados sobre folhas de duas cultivares de algodoeiro.

Material e Métodos

Criação do Hospedeiro Alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller). A criação do hospedeiro alternativo foi realizada em dieta a base de farelo de trigo e de milho na proporção de 2:1 e

enriquecida com 30 gramas de levedura de cerveja por Kg de dieta. A dieta previamente homogeneizada foi distribuída em caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm). Em cada caixa de criação foram adicionados 0,3 g de ovos de *A. kuehniella*, sendo distribuídos aleatoriamente sobre a dieta. Os adultos emergidos foram coletados diariamente e as mariposas foram transferidas para gaiolas plásticas de 20 cm de diâmetro por 25 cm de altura, contendo no seu interior tiras de tela de “nylon”, dobradas em zig-zag, onde ocorria a oviposição. A parte superior das gaiolas foi vedada com tela tipo voil para evitar a fuga das mariposas.

Os ovos foram coletados diariamente, por cinco dias e, armazenados em câmara climatizada ajustada para temperatura de $3 \pm 1^\circ\text{C}$, por no máximo 20 dias.

Manutenção e Multiplicação dos Parasitóides. As espécies utilizadas foram *T. exiguum*, *Trichogramma pretiosum* Riley, e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae), provenientes da criação de manutenção do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) de Alegre-ES. A manutenção e multiplicação das espécies do parasitóide foram realizadas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm, contendo gotículas de mel em suas paredes internas, para alimentação dos adultos.

Os ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* foram aderidos a retângulos de cartolina azul celeste de 8,0 x 2,0 cm com auxílio de goma arábica a 10% e inviabilizados através da exposição à lâmpada germicida por 45 minutos (Parra 1997). As cartelas contendo ovos inviabilizados foram, então, oferecidas aos parasitóides por um período de 24h.

Criação de *Heliothis virescens*. A criação inicial de *H. virescens* foi estabelecida a partir de insetos fornecidos pelo Laboratório de Biologia de Insetos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP e desenvolvida em sala climatizada (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

Os adultos de *H. virescens* foram mantidos em gaiolas confeccionadas de PVC de 20 cm de diâmetro x 25 cm de altura, revestidos internamente com folha de papel branco para facilitar a coleta diária. A face superior dessas gaiolas foi vedada com tecido tipo voil e a alimentação feita com solução de mel à 10% oferecida em frascos de 20 mL contendo chumaço de algodão em contato com a solução. O alimento foi renovado a cada 48 h.

Os ovos de *H. virescens* foram coletados e transferidos para câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h), sendo mantidos nesta condição até o início da emergência de lagartas, que foram individualizadas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm preenchidos até $\frac{1}{4}$ de seu volume com dieta artificial à base de feijão e farelo de trigo adaptada para *H. virescens* a partir de recomendação presente em Greene *et al.* (1976) para criação de *Anticarsia gemmatalis* Hübner. A dieta foi adicionada aos tubos de 8,5 x 2,5 cm, previamente esterilizados à 100°C por 1h e 30 min. e, após resfriada, as lagartas de *H. virescens* foram transferidas com auxílio de um pincel fino umedecido em água destilada, sendo mantidas nesta condição até a pupação. Esse procedimento foi realizado em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação da dieta. Os tubos foram mantidos em posição horizontal, reduzindo assim, a taxa de mortalidade larval de *H. virescens*.

Plantas de Algodoeiro. Neste estudo, utilizou-se a cultivar comercial de algodoeiro BRS 8H de fibra branca e BRS Safira de fibra colorida. As sementes das respectivas cultivares foram cedidas pela EMBRAPA Algodão, sediada em Campina Grande-PB.

As plantas foram cultivadas em sacos de plásticos de 30,0 x 20,0 cm contendo partes iguais de terra, areia e esterco. Aos 45 dias após plantio foram colhidas folhas totalmente desenvolvidas, higienizadas com água destilada, mantidas sobre papel toalha para retirar o excesso de umidade e utilizadas para deposição de ovos de *H. virescens*.

Parasitismo dos de *H. virescens* Ovos em Folhas de Algodoeiro. A exposição dos ovos ao parasitismo pelos parasitóides: *T. pretiosum*, *T. exiguum* e *T. atopovirilia* foi conduzida em condições controladas de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

Trinta ovos de *H. virescens* foram dispostos ao acaso em toda a superfície do disco foliar de 5 cm de diâmetro na superfície abaxial da folha das duas cultivares de algodoeiro, devido a maior densidade de tricomas nesta face foliar. Vinte discos foliares (repetições) de ambas as cultivares de algodão e contendo os ovos de *H. virescens* foram dispostos sobre papel de filtro para absorção umidade e acondicionados em caixas circulares de acrílico tipo gerbox (5 cm de diâmetro x 3 cm de altura). Em seguida, uma fêmea recém-emergida do parasitóide foi liberada no interior do gerbox, sendo este fechado e vedado com fita adesiva para evitar a fuga dos parasitóides, os quais receberam mel como alimento. Após um período de 48h, os parasitóides foram eliminados e os discos foliares mantidos por mais quatro dias nos mesmos recipientes, porém sem serem vedados para a eliminação de umidade e de lagartas emergidas dos ovos não parasitados. Posteriormente, os discos foliares, juntamente com os ovos parasitados, foram identificados e transferidos para sacos de plásticos perfurados com alfinete nº 000, para possibilitar a aeração.

Após a morte dos descendentes, avaliou-se sob microscópio esterioscópico o número de ovos parasitados; ovos com orifício; parasitóides emergidos e número de machos e fêmeas dos descendentes. Posteriormente, o número de ovos parasitados e a viabilidade foram expressos em porcentagem; o número total de parasitóides foi dividido pelo número de ovos com orifício, para se determinar a relação de parasitóides por ovo e a razão sexual foi determinada através da proporção de fêmeas na descendência. As variáveis analisadas foram a porcentagem de parasitismo, viabilidade, razão sexual e número de parasitóides produzidos por ovo.

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial de 2 (cultivares) x 3 (espécies), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições. Os dados foram

submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa de análise estatística SAEG (versão 5.0).

Resultados e Discussão

Parasitismo. O parasitismo de ovos de *H. virescens* variou em função das cultivares de algodoeiro ($F^P_{1, 114} = 15,0^{0,0002}$) e das espécies de *Trichogramma* ($F^P_{2, 114} = 19,2^{0,0001}$). As maiores taxas foram obtidas quando os ovos foram oferecidos em folhas da cultivar BRS 8H, exceto para *T. pretiosum* que obteve parasitismo similar em ambas as cultivares (Fig. 1). Em média, 23,4% dos ovos foram parasitados em BRS 8H comparados a 19,8% em BRS Safira. A porcentagem de parasitismo entre as espécies de *Trichogramma*, sob os 30 ovos ofertados variou de 19,0 a 27,4% para BRS 8H e de 16,9 a 22,2% para BRS Safira. As maiores porcentagens de parasitismos foram observadas para *T. atopovirilia* e *T. exiguum*, sem diferenças entre essas duas espécies em BRS 8H (Fig. 1). Estes resultados evidenciam resposta positiva de *T. atopovirilia* e *T. exiguum* aos estímulos de ovos de *H. virescens* depositados sobre a cultivar BRS 8H. No caso da cultivar BRS Safira, diferenças entre as espécies só ocorreram para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, com maior e menor porcentagem de parasitismo, respectivamente. Da mesma forma, maior agressividade e especificidade pelo hospedeiro, também, foram constatadas para *T. atopovirilia* desenvolvendo-se em ovos de *Spodopera frugiperda* (J.E. Smith), sendo o desempenho deste parasitóide superior quando comparado ao de *T. pretiosum* em laboratório (Beserra & Parra 2004).

O índice de parasitismo encontrado neste estudo para as três espécies de *Trichogramma* desenvolvendo sobre ovos de *H. virescens* depositados sobre as folhas foi relativamente baixo. Vale ressaltar que, o tamanho da área, superfície foliar e características das espécies avaliadas, possivelmente afetaram os resultados. Com relação à superfície foliar, houve uma restrição dessa sobre a atividade de parasitismo, denotando uma dificuldade de acesso aos ovos distribuídos na

folha, possivelmente, devido as diferenças na pilosidade entre as cultivares. Causas relacionadas a essa natureza, também foram obtidas por Cheema *et al.* (2004). Estes autores observaram grandes oscilações na taxa de parasitismo entre cultivares de algodoeiro, variando entre 4,67 a 25,0% de parasitismo, utilizando diferentes cultivares de algodoeiro contendo ovos do hospedeiro alternativo *Sitotroga cerealella* (Olivier) oferecidos ao parasitismo a *Trichogramma chilonis* Ishii.

Das estruturas foliares, a densidade de tricomas ou pelos tem sido uma das principais causas para essa variação, como verificado por Kauffman & Kennedy (1989) para *T. pretiosum* e *T. exiguum* em ovos de *Heliothis* spp. através de coleta de ovos parasitados em diferentes cultivares de tomate. Testes conduzidos com *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis sobre as superfícies foliares de *Zea mays* L., *Canna x generalis* Bailey, *Silphium perfoliatum* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Schizachyruim scoparium* (Michx.) Nash., poliéster sintético e papel indicam a limitação do substrato no qual o parasitóide se encontra sobre seu desempenho (Olson & Andow 2006). Isso ocorre dado que, a curtas distâncias, a localização do hospedeiro é feita por caminhamento e por pequenos vôos na superfície onde os ovos do hospedeiro encontram-se depositados (Romeis, 2005). Assim, uma espécie de elevado potencial, em laboratório, pode ter seu desempenho reduzido devido a características extrínsecas; em especial, da superfície em que o hospedeiro se encontra.

Viabilidade do Parasitismo e Razão Sexual. A viabilidade dos parasitóides foi superior a 91%, sem diferença estatística para todas as espécies de *Trichogramma* e cultivares, denotando adequação nutricional dos ovos de *H. virescens* para o desenvolvimento das espécies estudadas. Esses valores são satisfatórios já que valores superiores a 85% de viabilidade são considerados como padrão de qualidade na produção destes inimigos naturais (Almeida 1998). Resultados semelhantes foram obtidos para *T. pretiosum* desenvolvendo-se em ovos de *H. zea* onde a viabilidade foi de 91,63% (Pratissoli & Oliveira 1999).

A razão sexual, também, apresentou resultados considerados adequados conforme Navarro (1998). Entretanto diferenças significativas ocorreram entre as espécies ($F_{2, 114}^P = 84,71^{0,0001}$), sendo de 0,86 a 0,88 para *T. exiguum*, 0,99 a 1,0 para *T. pretiosum* e 0,79 a 0,81 para *T. atopovirilia*. Acredita-se que as diferenças foram resultantes das características de cada espécie, com *T. pretiosum* apresentando maior número de fêmeas, seguido de *T. exiguum* e *T. atopovirilia*, diferindo entre si independente da cultivar de algodão (Fig. 2). Estes resultados concordam com os de Oliveira *et al.* (2003) que encontraram razão sexual de 0,8 a 0,7 para *T. exiguum* parasitando o hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica* (Stainton). De maneira similar, Molina *et al.* (2005) constataram razão sexual de 0,70 para *T. atopovirilia* (0,70) desenvolvendo-se em ovos de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima) a 25°C. Devido às características reprodutivas das espécies de *Trichogramma*, em ambientes adversos existe a tendência destes parasitóides aumentarem o número de machos na população o que contribui para aumentar a variabilidade genética e, conseqüentemente, a adaptação da espécie (Schmidt 1994). Mesmo com tempo de exposição de 48h e considerando complexas transformações bioquímicas pelas quais o ovo passa nesta fase transformando-se de um recurso nutricional em tecidos celulares complexos do embrião do inseto (Vinson 1997), a limitação imposta pela superfície vegetal para o tempo de encontro e parasitismo do ovo, não demonstrou ter atuado de maneira negativa na determinação da razão sexual das espécies estudadas. Além disso, é comum ocorrer diferenças intraespecíficas neste parâmetro, como demonstrado em estudos de vinte linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* (J.E. Smith) onde três linhagens tiveram razão sexual entre 0,71 a 0,84 (Beserra *et al.* 2003).

Número de Indivíduos por Ovo. O número de indivíduos por ovo de *H. virescens* foi semelhante independente da cultivar de algodoeiro entre as espécies em estudos ($F_{2, 114}^P = 2,41^{0,0943}$), com valores entre 1,69 a 1,90. A emergência de mais de um indivíduo por ovo parasitado é um indicativo da qualidade do hospedeiro utilizado. Deve-se ressaltar, entretanto, que esta situação

ocorre em condições nas quais a competição entre parasitóides em desenvolvimento no interior do hospedeiro não é crítica, algo que geralmente está estritamente relacionado ao tamanho do hospedeiro (Luck & Forster 2003). Ovos de *Erinnys ello* (L.), os quais medem aproximadamente 1,5 mm de diâmetro, proporcionam a emergência de até 45 parasitóides de *Trichogramma* spp. por ovo (Silva & Hohmann 1988). A condição de superparasitismo também é observada em ovos de *H. virescens*, que em geral permitem a emergência de 1 a 6 indivíduos por ovo (Hohmann & Santos 1989). É importante, salientar que uma produção demasiada de indivíduos por hospedeiro parasitado pode resultar em descendentes menores, defeituosos e, conseqüentemente, de baixa performance (Schmitdt 1994). No entanto, o superparasitismo é fundamental para a permanência de uma espécie de parasitóide em baixas densidades do hospedeiro (Schmitdt 1994). Em ovos de *H. zea* os quais se assemelham em tamanho e forma aos de *H. virescens*, Pratisoli & Oliveira (1999), obtiveram um máximo de 1,28 descendentes de *T. pretiosum* por ovo.

Fica evidenciado que generalizações de resultados para uma cultura sem a observação de características distintas de cultivares pode resultar em queda da eficiência destes parasitóides e que uma espécie de elevado potencial pode ter sua eficiência reduzida pela limitação imposta pela planta hospedeira. Demais estudos devem ser conduzidos para que este modelo de avaliação tenha sua validade, servindo de informação relevante para o desenvolvimento de cultivares com elevado potencial econômico, mas que ofereça também condições para a efetividade de agentes naturais de regulação biótica de pragas, quanto a eficiência na liberação inundativa de parasitóides do gênero *Trichogramma* em programas de controle biológico.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa, ao Núcleo de Difusão de Tecnologia em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro

de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade de desenvolvimento do trabalho. Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa fornecida ao professor orientador Dirceu Pratissoli.

Literatura Citada

- ABRAPA (Associação Brasileira de Produtores de Algodão). 2006.** Jornal da abrapa. 81. 61p.
- Almeida, R.P. 1998.** Controle de qualidade na produção de *Trichogramma*, p. 26-34. In R.P. Almeida, C.A.D. Silva & M.B. Medeiros (eds.), Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 61p.
- Beserra, E.B., C.T.S. Dias & J.R.P. Parra. 2003.** Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. Acta Sci. Agron. 25: 479-483.
- Beserra, E.B. & J.R.P. Parra. 2004.** Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 48: 119-126.
- Blanco, C., D. Sumerford, J.D. López Jr & G. Hernández. 2006.** Mating incidence of feral *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) males confined with laboratory-reared females. J. Cotton Sci. 10: 105-113.
- Bottrell, D.G., P. Barbosa & F. Gould. 1998.** Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? Annu. Rev. Entomol. 43: 347-367.
- Cheema, G.M., A. Nasreen & M. Iqbal. 2004.** Effect of different cotton genotypes on parasitism rate of *Trichogramma chilonis* Ishii. Pak. J. Biol. Sci. 7: 87-89.

- Costa, S.R. & M.G. Bueno. 2004.** A saga do algodão: das primeiras lavouras à ação na OMC. Rio de Janeiro, Insight engenharia, 144p.
- Fernandes, M.G., A.C. Busoli & P.E. Degrande. 1999.** Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiros no Mato Grosso do Sul. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 695-701.
- Ghini, R. & W. Bettiol. 2000.** Proteção de plantas na agricultura sustentável. Cad. Ciênc. Tecnol. 17: 61-70.
- Gomes, J.M. 1985.** SAEG 5.0: Sistema de análises estatística e genética. Viçosa, Imprensa Universitária, 105p.
- Hohmann, C.L. & W.J. Santos. 1989.** Parasitismo de ovos de *Heliothis* spp. e *Alabama argillacea* (Herbener) (Lepidoptera, Noctuide) em algodoeiro por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) no norte do Paraná. An. Soc. Entomol. Bras. 18: 161-167.
- Luck, R.F. & L.D. Forster. 2003.** Quality of augmentative biological control agents: A historical perspective and lessons learned from evaluating *Trichogramma*. p. 231-246. In J.C. van Lenteren, (ed.), Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. Wallingford, CABI Publishing, 327p.
- Kauffman, W.C. & G.G. Kennedy. 1989.** Relationship between trichome density in tomato and parasitism of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Environ. Entomol. 18: 698-704.
- McCaffery, A.R. 1998.** Resistance to insecticides in heliothine lepidoptera: a global view. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 353: 1735-1750.

- Molina, R.M.S., V. Fronza, J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. Rev. Bras. Entomol. 49: 152-158.
- Navarro, M.A. 1998.** *Trichogramma* spp. producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Impretec. 176p.
- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, C.A. Colombi & M.C. Espindula 2003.** Características biológicas de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner em ovos de *Corcyra cephalonica* Stainton. Magistra 15: 103-105.
- Olson, D.M. & D.A. Andow. 2006.** Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hymenoptera; Trichogrammatidae) on various surfaces. Biol. Control 39: 329–335.
- Parra, J.R.P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. p. 121-150 In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Pratissoli, D. & H.N. Oliveira. 1999.** Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesq. Agropec. Bras. 34: 891-896.
- Quayle, D., J. Régnière, N. Cappuccino & A. Dupont. 2003.** Forest composition, host-population density, and parasitism of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* eggs by *Trichogramma minutum*. Entomol. Exp. Appl. 107: 215–227.
- Romeis, J., D. Babendreier, F.L. Wäckers & T.G. Shanower. 2005.** Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids-underlying mechanisms and implications. Basic Appl. Ecol. 6: 215-236.
- Schmidt, J. M. 1994.** Host recognition and acceptance by *Trichogramma*, p. 165-200. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), *Biological control with egg parasitoids*. Wallingford, CABI Publishing, 286p.

- Silva, S.M.T. & Hohmann, C.L. 1988.** Parasitismo de ovos de *Erinnys ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) em mandioca por *Trichogramma* spp. An. Soc. Entomol. Brasil 17: 87-93.
- Suh, P.C., D.B. Orr, J.W.V. Duyn & D.M. Borchert. 2000.** *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) releases in North Carolina cotton: evaluation of heliothine pest suppression. J. Econ. Entomol. 93: 1127-1136.
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-119 In J.R.P. Parra & R.A Zucchi.(eds.), *Trichogramma e o controle aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Waage, J.K. 2001.** Indirect ecological effects in biological control: the challenge and the opportunity. p. 1-12. In E. Wajnberg, J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), *Evaluating indirect ecological effects of biological control*. Oxon, CABI publishing, 261 p.
- Yépez, F.F., J. Clavijo, I. Romero. 1990.** Espécies del complejo *Heliothis virescens* (Fabricius, 1977) (Lepidoptera: Noctuidae) y sus plantas hospederas en Venezuela. Rev. Fac. Agron. 16: 169-175.

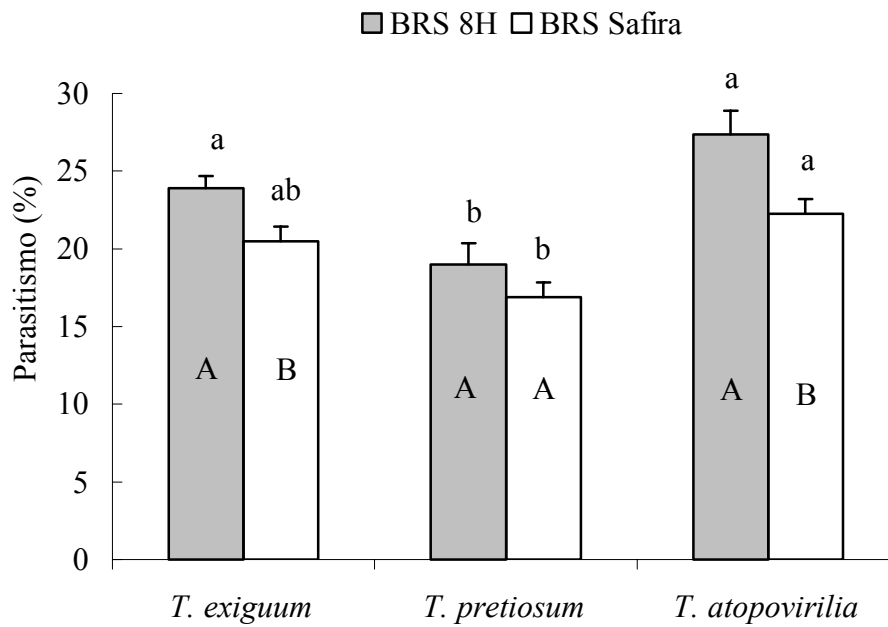


Figura 1. Média (+EP) de parasitismo de três espécies de *Trichogramma* em trinta ovos de *Heliothis virescens* oferecidos em folhas de duas cultivares de algodoeiro. Colunas sob a mesma letra minúscula comparam espécies de *Trichogramma* dentro da mesma cultivar e, letras maiúscula dentro das colunas comparam mesma espécie de *Trichogramma* entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

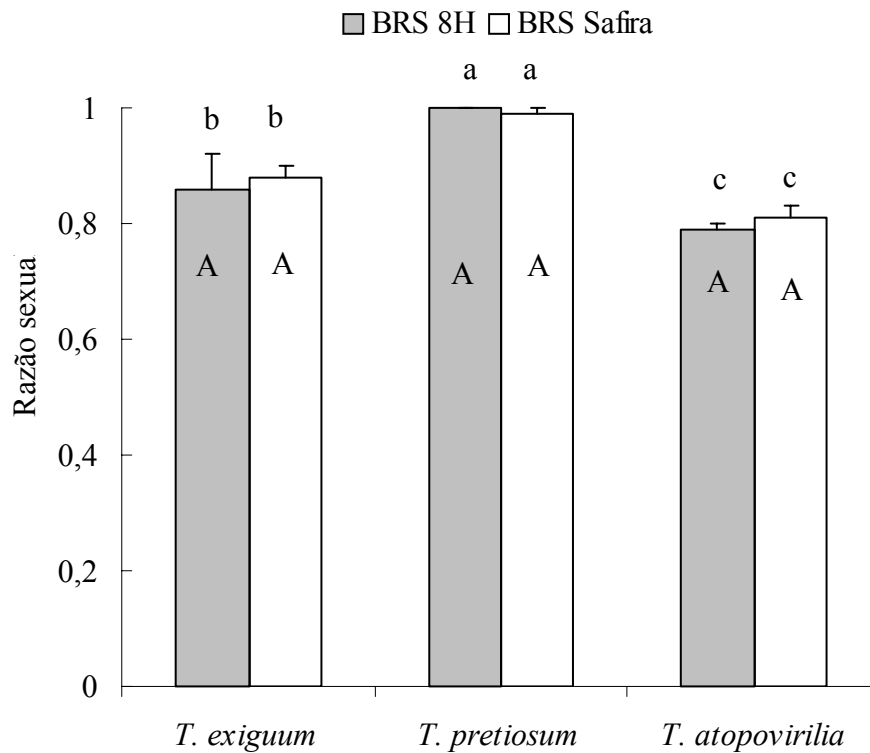


Figura 2. Média (+EP) de razão sexual de três espécies de *Trichogramma* em trinta ovos de *Heliothis virescens* oferecidos em folhas de duas cultivares de algodoeiro. Colunas sob a mesma letra minúscula comparam espécies de *Trichogramma* dentro da mesma cultivar e, letras maiúscula dentro das colunas comparam mesma espécies de *Trichogramma* entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.