

BIOLOGICAL CONTROL

Parasitismo e Superparasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Sitotroga cerealella*
(Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae)

MARCIENE D MOREIRA¹, MARIA C F DOS SANTOS², EDUARDO B BESERRA², JORGE B TORRES¹, RAUL P DE ALMEIDA³

¹DEPA-Entomologia, Univ. Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE; ²Depto. de Biologia, Univ. Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, 58109-753 Campina Grande, PB; ³Embrapa Algodão, R. Oswaldo Cruz, 1143, Centenário, 58428-095 Campina Grande, PB

Edited by Madelaine Venzon – EPAMIG

Neotropical Entomology 38(2):237-242 (2009)

Parasitism and Superparasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) Eggs

ABSTRACT - The parasitoid *Trichogramma* has been used worldwide as biological control agent due to its wide geographic distribution, high specialization and efficacy against many lepidopteran pests. Biological and behavioral traits of *Trichogramma pretiosum* Riley parasitizing *Sitotroga cerealella* (Oliver) eggs were studied aiming to a better understanding of the results from parasitism and superparasitism. The variables investigated were: host acceptance and contact time by *T. pretiosum* on parasitized host, percentage of parasitoid emergence, number of deformed individuals produced, egg-adult period, sex ratio, offspring female body size and longevity, and number of *S. cerealella* eggs parasitized/female. Parasitism rejection was observed on parasitized host eggs after 24, 72 and 120h of parasitism. The rejection was higher for eggs parasitized after 72h and 120h of parasitism as compared to the eggs after 24h of parasitism. *T. pretiosum* contact time on eggs after 24h of parasitism was greater than on 72 and 120h. The offspring produced from hosts from which a single parasitoid emerged were larger, exhibited no deformities and greater capacity of parasitism, different from those produced from eggs where two parasitoids emerged. Offspring longevity, however, was similar for females emerged from hosts from which one or two adults emerged. In conclusion, *T. pretiosum* was able to recognize previously parasitized eggs and the superparasitism reduced the parasitoid reproductive success.

KEY WORDS: Biological control, egg parasitoid, host compatibility

RESUMO - Parasitóides *Trichogramma* vêm sendo utilizados em todo o mundo como agentes de controle biológico devido à sua ampla distribuição geográfica, alta especialização e eficiência no controle de muitas espécies-praga de lepidópteros. Para o entendimento dos resultados do parasitismo e superparasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, estudaram-se os aspectos comportamentais e biológicos desse parasitóide sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver). As variáveis investigadas foram: aceitação hospedeira e tempo de contato de *T. pretiosum* com o hospedeiro parasitado, porcentagem de emergência, porcentagem de indivíduos deformados, duração ovo-adulto, razão sexual, tamanho e longevidade de *T. pretiosum* e número de ovos de *S. cerealella* parasitados por fêmea descendente. Observou-se rejeição de parasitismo em ovos de *S. cerealella* previamente parasitados com 24, 72 e 120h de idade. A rejeição foi superior para ovos com 72h e 120h após o parasitismo em comparação com aqueles com 24h. Ovos previamente parasitados com 24h apresentaram maior tempo de contato por *T. pretiosum* comparados aos de 72h e 120h. Os descendentes oriundos de hospedeiros dos quais apenas um parasitóide se desenvolveu apresentaram-se todos maiores, sem deformidades e com maior capacidade de parasitismo, ao contrário dos indivíduos descendentes de hospedeiros em que dois parasitóides se desenvolveram. Entretanto, a longevidade de fêmeas descendentes não diferiu entre parasitóides oriundos de hospedeiros em que um ou dois parasitóides se desenvolveram. Pode-se concluir que *T. pretiosum* reconhece ovos previamente parasitados e que o superparasitismo resultou em menor sucesso reprodutivo do parasitóide.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitóide de ovos, compatibilidade do hospedeiro

Entre os parasitóides, o gênero *Trichogramma* tem sido o mais estudado e utilizado em programas de controle biológico devido à sua eficiência, ampla distribuição geográfica e facilidade de criação em laboratório. Em todo o mundo, são conhecidas aproximadamente 190 espécies (Almeida 2004), das quais 38 ocorrem na América do Sul, sendo o Brasil, o país com o maior número de registros (28 espécies) (Silva 2002). No Brasil, a espécie *Trichogramma pretiosum* Riley está associada a diversos hospedeiros e destaca-se como parasitóide de maior frequência. É comumente encontrada parasitando ovos de *Heliothis virescens* (Fabr.) (Zucchi *et al* 1989) e *Alabama argillacea* (Hueb.) em algodoeiro (Almeida 2000), *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) em milho (Beserra & Parra 2003), *Plutella xylostella* (L.) em repolho (Pereira *et al* 2004a) e *Tuta absoluta* (Meyrick) em tomateiro (Pratissoli *et al* 2005).

O comportamento de procura e parasitismo pode ser inato ao parasitóide, como consequência da genética da espécie, ou apresentar flexibilidade e desenvolver padrões que podem ser aprendidos, como resultado da experiência adquirida (Beserra & Parra 2003). O tempo que a fêmea leva para encontrar seu hospedeiro também tem sido referido como fator que interfere na sua capacidade reprodutiva (Oliveira *et al* 2000). Segundo Almeida (2004), boa parte do tempo gasto no processo de parasitismo por fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner é utilizado na introdução do ovipositor e oviposição, seguido da avaliação do hospedeiro através do contato com as antenas e caminhar durante a avaliação do hospedeiro. Para Marston & Ertle (1969), os parasitóides podem aceitar ou rejeitar um hospedeiro em potencial antes ou durante o ataque, ou algumas características do hospedeiro podem impedir a oviposição ou podem inibir, subsequentemente, o desenvolvimento do parasitóide.

Durante o processo de parasitismo, diversos fatores podem interferir no sucesso do agente de controle biológico. Para Vinson (1997), os fatores mais comumente relatados no processo de rejeição do hospedeiro são a idade e o contato prévio com um hospedeiro já parasitado. Pratissoli & Oliveira (1999) observaram que o número de descendentes de *T. pretiosum* por ovo de *Helicoverpa zea* (Boddie) reduziu-se com o avanço na idade do ovo. Também, o estado do ovo estando parasitado ou não pode interferir. Embora vários fatores tenham sido registrados no processo de rejeição do hospedeiro pelo parasitóide, através da marcação do hospedeiro com substâncias de oviposição ou por aspectos morfológicos, pode ocorrer o superparasitismo, mesmo que os ovos não apresentem recursos suficientes para uma progênie adicional (Vinson 1997). Quando poucos ovos são depositados por hospedeiro, o número total de descendentes potenciais pode ser reduzido se o parasitóide não encontrar hospedeiros suficientes para dispor sua prole completamente (Klomp & Teerink 1967). Além disso, se poucas larvas estão presentes no ovo hospedeiro, pode permanecer excesso de material do ovo após a alimentação da larva ser completada, resultando em níveis altos de umidade e crescimento bacteriano, o que pode ser deletério para a sobrevivência da larva do parasitóide (Hoffman *et al* 1975).

De acordo com Pratissoli *et al* (2005), em estudos realizados com *T. pretiosum* para controle de *T. absoluta*, 16 parasitóides por ovo da praga foi a proporção mais

próxima da ideal para a liberação em plantios comerciais de tomateiro estaqueado. Coincidentemente, Knippling (1979) afirmou que liberações programadas com mais de 16 parasitóides por hospedeiro podem reduzir a eficiência, dada a menor probabilidade de um indivíduo encontrar ovos não-parasitados, podendo ocorrer superparasitismo, cujas implicações e efeitos devem ser mais estudados. Assim, este trabalho avaliou aspectos comportamentais e biológicos de *T. pretiosum* utilizando-se *S. cerealella* como hospedeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Bioecologia e Taxonomia do Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, sob condições de laboratório monitoradas com médias de 25 ± 2 °C, $70 \pm 5\%$ de U.R. e 12 horas de luz.

Criação de *Sitotroga cerealella*. O hospedeiro alternativo, *S. cerealella*, foi criado em dieta a base de trigo em grãos em unidades de produção (UP), segundo método descrito por Almeida (1996).

Os ovos de *S. cerealella* foram coletados diariamente e armazenados em refrigerador (5°C a 8°C) e, posteriormente, utilizados na preparação das cartelas destinadas à criação e multiplicação dos parasitóides, bem como nos estudos realizados.

Obtenção, criação e multiplicação de *T. pretiosum*. A criação de *T. pretiosum* foi iniciada a partir da coleta de ovos parasitados de *A. argillacea* no município de Patos, PB.

A criação de *T. pretiosum* foi feita em ovos de *S. cerealella* presos a cartelas (7,8 cm de comprimento x 0,6 cm de largura) através de fita dupla-face em duas áreas de 1,14 cm² (1,9 cm de comprimento x 0,6 cm de largura). As cartelas foram identificadas com a geração e data do início do parasitismo e introduzidas em tubos de ensaio (10 cm de comprimento x 1,2 cm de diâmetro), vedados com algodão hidrófilo. Na parede interna dos tubos de ensaio foram depositadas três gotas de mel (100%) com auxílio de estilete, para a alimentação dos adultos de *T. pretiosum*. Quando da emergência dos primeiros adultos, as cartelas contendo ovos de *S. cerealella* foram introduzidas nos tubos e submetidas ao parasitismo.

Reconhecimento do hospedeiro parasitado. Para o reconhecimento do ovo parasitado, foram utilizadas fêmeas acasaladas de *T. pretiosum* com 12h a 24h após emergência, ofertando-lhes apenas ovos parasitados com 24, 72 e 120h após o parasitismo. Os ovos de *S. cerealella* foram dispostos em linha reta, distanciados a 0,6 cm, aderidos a cartelas de cartolina (7 cm de comprimento x 0,9 cm de largura) e, posteriormente, inseridos em tubos de ensaios (10 cm de comprimento x 1,2 cm de diâmetro) contendo a fêmea do parasitóide. O tempo máximo de observação para realização do parasitismo ou superparasitismo foi de 30 min/fêmea.

A partir dos dados obtidos foram determinados: (1) porcentagem de rejeição de ovos parasitados, obtida mediante o abandono do ovo hospedeiro pelo parasitóide,

sem ocorrência do parasitismo ou superparasitismo; (2) tempo de contato com o hospedeiro parasitado, medido a partir do contato do parasitóide com ovo até o abandono do mesmo, ocorrendo ou não o parasitismo. Para avaliação foram realizadas 10 repetições para cada tratamento (24, 72 e 120h). Os dados foram submetidos à análise de variância de Friedman, o programa de análise estatística SPSS (versão 13.0).

Características biológicas de *T. pretiosum* em situação de parasitismo e superparasitismo do hospedeiro. Ovos de *S. cerealella* foram submetidos ao parasitismo por uma ou mais fêmeas de *T. pretiosum* visando induzir o superparasitismo. O experimento foi conduzido de forma a obter a oviposição de um a dois ovos de *T. pretiosum* por hospedeiro (ovo de *S. cerealella*). Para isto, foi utilizada a técnica desenvolvida por Suzuki *et al* (1984), em que se reconhece o momento exato da oviposição através dos movimentos da genitália da fêmea, ao introduzir o ovipositor, o que permite quantificar o número de ovos depositados por hospedeiro. A deposição de um e dois ovos de *Trichogramma* por hospedeiro foram os tratamentos, com 10 repetições cada.

Neste estudo foram determinadas as seguintes características: (1) porcentagem de emergência/ovo parasitado; (2) indivíduos deformados (%); (3) duração ovo-adulto (dias); (4) razão sexual da descendência [$\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}}$]; e (5) tamanho da descendência (comprimento da tibia da fêmea, em mm).

Após a emergência, 10 fêmeas previamente acasaladas e alimentadas com mel, oriundas de um e dois descendentes por hospedeiro foram individualizadas e transferidas para placas de Petri (6,5 cm de diâmetro), para avaliar a capacidade de parasitismo. As observações foram feitas ofertando-se 20 ovos de *S. cerealella*. Os ovos foram aderidos a cartelas (cartolina) de mesmo diâmetro da placa, dispostos equidistantemente (0,6 cm). O tempo para a realização do parasitismo foi de 30 minutos/repetição. As características determinadas foram longevidade das fêmeas (dias) e número de ovos de *S. cerealella* parasitados/fêmea. Todos os resultados foram comparados entre um ou dois descendentes por hospedeiro mediante o teste de Wilcoxon, utilizando o programa de análise estatística SPSS (versão 13.0).

Resultados e Discussão

Reconhecimento do hospedeiro parasitado por *T. pretiosum*. A rejeição de parasitismo em ovos parasitados com 72h (95,7%) e 120h (95,4%) foi superior à de ovos parasitados com 24h (71,3%) (Tabela 1). Essa situação foi inversa para o tempo de contato do parasitóide sobre o hospedeiro. O tempo de contato com os ovos de 24h foi, aproximadamente, duas vezes maior que aquele em ovos de 72h e 120h (Fig 1).

Trichogramma pretiosum realizou uma série de eventos comportamentais: caminhar (deslocamento do parasitóide à procura do hospedeiro), avaliação do hospedeiro (caminhar do parasitóide sobre o hospedeiro, fazendo contato com as antenas), repouso (o parasitóide permanece imóvel sobre o hospedeiro ou no caminho a procura deste),

Tabela 1 Porcentagem (média \pm EP) de rejeição de *Trichogramma pretiosum* por ovos de *Sitotroga cerealella* previamente parasitados sem chance de escolha. Temp.: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12h.

Idade do ovo parasitado (h)	Rejeição (%)
24	71,3 \pm 1,78
72	95,7 \pm 4,29
120	95,4 \pm 3,42
Estatística - P ¹	0,003

¹Valor de significância para a ANOVA de Friedman.

introdução do ovipositor (inserção do ovipositor pelo parasitóide no ovo do hospedeiro, antes da oviposição propriamente dita), oviposição (o parasitóide permanece realizando a postura). Esses eventos foram também observados por Almeida (2004). A fêmea do parasitóide inicia o caminhar à procura do hospedeiro, seguido do caminhar sobre o ovo hospedeiro fazendo contato com as antenas. Após tal avaliação, o parasitóide rejeita o ovo de *S. cerealella* parasitado ou inicia a oviposição, como descrito por Schmidt & Smith (1985). A rejeição de *T. pretiosum* em relação aos ovos já parasitados foi determinada quando a fêmea, após examinar externamente o ovo previamente parasitado, realizou movimentos abdominais que caracterizam a penetração do ovipositor, bem como o reconhecimento interno, sem apresentar movimentos que caracterizam a oviposição. Dessa forma, a rejeição pode ser explicada pela habilidade da fêmea de *Trichogramma* em reconhecer ovos já parasitados através da avaliação com as antenas ou mesmo com o próprio ovipositor, principalmente os ovos com 72h e 120h de desenvolvimento após o parasitismo. O comportamento de rejeição foi também observado para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* (Beserra & Parra 2003) em estudo do comportamento de parasitismo dessas espécies em posturas de *S. frugiperda*.

Na maioria das vezes as fêmeas de *T. pretiosum* introduziram o ovipositor no ovo hospedeiro embora o

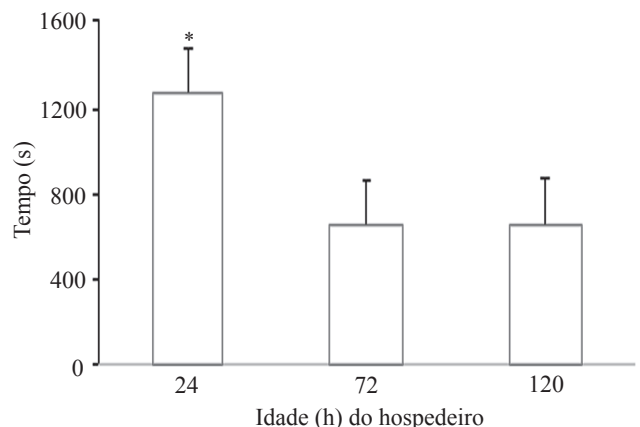


Fig 1 Tempo de contato (s) (Média \pm EP) de *Trichogramma pretiosum* com ovos de *Sitotroga cerealella* previamente parasitados. Temp.: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12h.

* Médias diferem entre ovos parasitados por idade do ovo pelo teste de Friedman ($P \leq 0,01$).

rejeitassem quando parasitado. Tal mecanismo possivelmente representou a necessidade do parasitóide em perpetuar sua espécie, realizando tentativas de oviposição. Além disso, foram observadas várias tentativas de parasitismo da fêmea em um mesmo ovo já parasitado, o que aumentaria o sucesso reprodutivo da espécie.

Porcentagem de emergência por hospedeiro parasitado e indivíduos deformados. Nos ovos em que foi permitida a oviposição de um único ovo do parasitóide por hospedeiro, 100% dos parasitóides emergiram. Pouco diferente dos ovos onde as fêmeas depositaram dois ovos por hospedeiro, em que emergiram, em média, 90% dos parasitóides. Entretanto, os descendentes de um único ovo do parasitóide por hospedeiro foram todos morfologicamente normais, ao contrário do que ocorreu com alguns descendentes de dois ovos por hospedeiro, que apresentaram deformidades nas asas (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados para *T. pretiosum* parasitando ovos de *P. xylostella* (Pereira *et al* 2004b). Embora esses autores não tenham se certificado de que as fêmeas estavam realizando mais de uma postura por hospedeiro, predominou a emergência de um parasitóide por ovo parasitado. Também, nas relações de quatro parasitóides para 15 ovos ofertados, ocorreu mais de um parasitóide por ovo previamente parasitado, constatando-se o superparasitismo.

Segundo Schmidt & Smith (1985), muitas larvas em um hospedeiro resulta em competição, levando a uma descendência com baixa fecundidade e alta mortalidade. Schmitdt (1994) também verificou que uma grande produção de indivíduos por hospedeiro parasitado pode resultar em descendentes menores, deformados e, conseqüentemente, de baixa performance.

Duração ovo-adulto e razão sexual. A duração do desenvolvimento de ovo-adulto foi, em média, de 8 e 8,6 dias para os descendentes oriundos de um e dois ovos do parasitóide/hospedeiro, respectivamente (Tabela 2). O período de ovo-adulto, bem como a biologia de *T. pretiosum*, varia em função de diferentes condições como a qualidade e densidade do hospedeiro utilizado. Assim, a duração obtida nas duas situações acima citadas está dentro dos padrões para a espécie parasitando diversos hospedeiros (Goodenough *et al* 1983, Cõnsoli & Parra 1996, Alencar *et al* 2000).

O superparasitismo em ovos de *S. cerealella* não afetou ($P > 0,05$) a razão sexual de *T. pretiosum* que foi de 0,60 e 0,61, provenientes de um e dois ovos do parasitóide/hospedeiro, respectivamente. Esses resultados estão dentro do padrão para a espécie que, de acordo com Navarro (1998), é de uma razão sexual igual ou superior a 0,5.

Tamanho e longevidade de *T. pretiosum* proveniente de uma ou duas posturas por ovo. Fêmeas oriundas da oviposição de um ovo por hospedeiro foram maiores que fêmeas emergidas de dois ovos por hospedeiro (Tabela 3). O tamanho dos adultos, obtido através do comprimento da tibia posterior das fêmeas, é frequentemente usado como índice de desempenho e qualidade do agente de controle biológico, já que existe uma relação significativa entre o tamanho do indivíduo e sua aptidão biológica (Kazmer & Luck 1991).

Tabela 2 Emergência, indivíduos deformados e duração ovo-adulto (Média \pm EP) de *Trichogramma pretiosum*. Temp.: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12h.

Tratamentos	Porcentagem de emergência/ovo (%)	Indivíduos deformados (%)	Duração ovo-adulto(dias)
Um ovo/hospedeiro	100,0	0,0	8,0
Dois ovos/hospedeiro	$90,0 \pm 0,13$	$10,0 \pm 0,13$	$8,6 \pm 0,16$
Estatística - P	0,157	0,157	0,014

¹Valores de significância para o teste de Wilcoxon comparando os tratamentos nas respectivas colunas.

A longevidade das fêmeas foi, em média, 11,1 dias para descendentes oriundos de um ou dois ovos por hospedeiro (Tabela 3). Alencar *et al* (2000) obtiveram resultados semelhantes para essa característica com variação de 6 a 12 dias, também utilizando *S. cerealella* como hospedeiro. Outros autores também mostram resultados similares para a longevidade do parasitóide em *A. kuehniella*, que varia de 11 a 13 dias (Oliveira *et al* 2005).

Número de ovos de *S. cerealella* parasitados. A capacidade de parasitismo foi maior para as fêmeas descendentes de um ovo por hospedeiro, com média de 8,8 ovos em comparação a 2,7 ovos, quando oriundas de dois ovos por hospedeiro (Tabela 3).

O superparasitismo é fundamental para a permanência de uma espécie de parasitóide em baixas densidades do hospedeiro (Schmitdt 1994). Entretanto, nessas mesmas condições, o superparasitismo pode resultar em baixo sucesso reprodutivo dos descendentes (Schmidt & Smith 1987), como observado neste estudo. Em campo, devido à dinâmica populacional da praga e seu comportamento biológico, normalmente a localização de hospedeiros viáveis é dificultada, o que pode acarretar o superparasitismo e, conseqüentemente, a perda de qualidade dos descendentes (Schmidt 1994).

Um dos aspectos decisivos para o sucesso de liberações de *Trichogramma* no campo é o conhecimento da proporção

Tabela 3 Médias (\pm EP) do comprimento da tibia da fêmea (mm), longevidade das fêmeas descendentes (dias) e número de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum*. Temp.: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase: 12h.

Tratamentos	Comprimento da tibia	Longevidade das fêmeas descendentes	No. ovos parasitados/fêmea
Um ovo/hospedeiro	$0,1325 \pm 0,0038$	$11,1 \pm 1,32$	$8,8 \pm 1,85$
Dois ovos/hospedeiro	$0,1150 \pm 0,0041$	$11,1 \pm 1,18$	$2,7 \pm 1,13$
Estatística - P	0,008	1,000	0,033

¹Valores de significância para o teste de Wilcoxon comparando os tratamentos nas respectivas colunas.

adequada de parasitóides liberados e ovos do hospedeiro presente em um determinado agroecossistema. A eficiência do parasitóide pode ser reduzida pela competição intra-específica, uma vez que à medida que aumenta a densidade de parasitóides, decresce a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo não-parasitado, podendo ocorrer o superparasitismo (Neil & Specht 1990). Assim, outros estudos relacionados à distribuição do hospedeiro, número e intervalo de liberações de *T. pretiosum* devem ser considerados em uma etapa posterior a esta pesquisa para que o parasitóide seja melhor utilizado no controle de pragas agrícolas em campo.

Agradecimentos

Ao Prof Pedro C P Coelho, da Universidade Estadual da Paraíba, e aos colegas, Amanda da S Lira e Bruno T de Farias, pelo auxílio nas análises estatísticas, e à Embrapa Algodão, pelo apoio logístico.

Referências

- Alencar JA, Haji F N P, Oliveira J V, Moreira A N (2000) Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier). Pesq Agropec Bras 35: 1669-1674.
- Almeida R P (1996) Biotecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp. através do hospedeiro alternativo *Sitotroga cerealella*. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 19, 36p.
- Almeida R P (2000) Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. Proc Exp Appl Entomol 11: 27-31.
- Almeida R P (2004) *Trichogramma* and its relationship with *Wolbachia*: identification of *Trichogramma* species, phylogeny, transfer and costs of *Wolbachia* symbionts. Tese de doutorado, Wageningen University, The Netherlands, 142p.
- Beserra E B, Parra J R P (2003) Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev Bras Entomol 47: 205-209.
- Cônsoli F L, Parra J R P (1996) Comparison of hemolymph and holotissues of different species of insects as diet components for *in vitro* rearing of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. Biol Control 6: 401-406.
- Goodenough J L, Hartstack A W, King E G (1983) Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. J Econ Entomol 76: 1095-1102.
- Hoffman J D, Ignoffo C M, Dickerson W A (1975) In vitro rearing of the endoparasitic wasp *Trichogramma pretiosum*. Ann Entomol Soc Am 68: 335-336.
- Kazmer D J, Luck R F (1991) Female body size, fitness and biological control quality: field experiments with *Trichogramma pretiosum*. Les Colloques de INRA, Paris, 56.
- Knipling E F (1979) Insect population suppression by augmenting the number of parasites and predators in crop ecosystems, p.135-197. In Knipling E F, The basic principles of insect population suppression and management. Washington, USDA, (Agriculture Handbook no. 512), 659p.
- Klomp H, Teerink B J (1967) The significance of oviposition rates in the eggs parasite, *Trichogramma embryophagum* Htg. Arch Neerl Zool 17: 350-375.
- Marston N, Ertle L R (1969) Host age and parasitism by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann Entomol Soc Am 62: 1476-1482.
- Navarro MA (1998) *Trichogramma* spp.: producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Impretec Ltda., 176p.
- Neil K A, Specht H B (1990) Field releases of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), egg population on sweet corn in Nova Scotia. Can Entomol 22: 1259-1266.
- Oliveira H N, Colombi C A, Pratisoli D, Pedruzzi E P, Dalvi L P (2005) Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em dois hospedeiros por diversas gerações. Cienc Agropec 29: 284-288.
- Oliveira H N, Zanuncio J C, Pratisoli D, Cruz I (2000) Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae) parasitoid of the *Eucalyptus* defoliator *Euselasia apison* (Lep.: Riodinidae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). For Ecol Manag 130: 1-6.
- Pereira F F, Barros R, Pratisoli D (2004a) 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.
- Pereira F P, Barros R, Pratisoli D, Parra J R P (2004b) Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Neotrop Entomol 33: 231-236.
- Pratisoli D, Oliveira H N (1999) Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesq Agropec Bras 34: 891-896.
- Pratisoli D, Thuler R T, Andrade G S, Zanotti L C M, Silva A F (2005) Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. Pesq Agropec Bras 40: 715-718.
- 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.
- Schmidt J M, Smith J J B (1985) The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. Entomol Exp Appl 39: 287-294.

- Schmidt J M, Smith J J B (1987) The measurement of exposed host volume by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* and effects of wasp size. *Can J Zool* 65: 2837-2845.
- Silva R B Q (2002) Taxonomia do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na América do Sul. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 214p.
- Suzuki Y, Tsuji H, Sasakawa M (1984) Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ration in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Anim Behav* 32: 478-484.
- Vinson S B (1997) Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p.67-120. In Parra J R P, Zucchi R A (eds) *Trichogramma* e o controle biológico aplicado, FEALQ, Piracicaba, 324p.
- Zucchi O L A D, Parra J R P, Silveira Neto S, Zucchi R A (1989) Desenvolvimento de um modelo determinístico compartimental para simular o controle de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) através de *Trichogramma* spp. *An Soc Entomol Brasil* 2: 357-365.

Received 12/IX/2007. Accepted 05/III/08.
