

# Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae)

Eduardo B. Beserra<sup>1</sup> & José Roberto P. Parra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Farmácia e Biologia, Universidade Estadual da Paraíba. Caixa Postal 781/791, 58100-000 Campina Grande-PB, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Caixa Postal 09, 13418-900 Piracicaba-SP, Brasil. Endereço eletrônico: jrpparra@esalq.usp.br

---

**ABSTRACT.** Biology and parasitism of *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). The parasitism capacity and development of *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma pretiosum* Riley were studied in order to select the most suitable species to control *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). The experiments were conducted under laboratory conditions at 25±2°C, 70±10% RH and 14L:10D photoperiod. Both *T. atopovirilia* and *T. pretiosum* showed good development and adaptation to *S. frugiperda* eggs even after being reared for several generations in eggs of *Anagasta kuehniella* Zeller. However, *T. atopovirilia* females were more aggressive and showed higher specificity to the pest, with a higher parasitism capacity in eggs laid with different physical barriers and were more accepted by the natural host in comparison with *A. kuehniella*. Because of the higher parasitism rate and specificity of *T. atopovirilia* to the pest's egg this species should be given preference to control *S. frugiperda*.

**KEYWORDS.** Biological control; fall armyworm; host suitability; parasitoids; trichogrammatid.

**RESUMO.** Comparou-se a capacidade de parasitismo e o desenvolvimento de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *T. pretiosum* Riley visando à seleção da espécie mais adequada para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Os experimentos foram conduzidos em laboratório à temperatura de 25±2°C, U.R. de 70±0% e fotoperíodo de 14L:10E. Tanto *T. atopovirilia* como *T. pretiosum* desenvolveram-se bem e mostraram-se adaptados a ovos de *S. frugiperda*, mesmo após serem criados por várias gerações em ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller. Entretanto, fêmeas de *T. atopovirilia* foram mais agressivas e de maior especificidade à praga, já que apresentaram maior capacidade de parasitismo em posturas com diferentes barreiras físicas e maior aceitação pelo hospedeiro natural, em relação à *A. kuehniella*. Por este maior parasitismo e especificidade de *T. atopovirilia* aos ovos da praga, deve-se dar preferência à utilização desta espécie para controle de *S. frugiperda*.

**PALAVRAS-CHAVE.** Adequação hospedeira; controle biológico; lagarta-do-cartucho; parasitóides; tricogramatídeo.

---

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), é uma praga de grande importância econômica nas regiões do Brasil onde se cultiva o milho (BERTELS 1970). Seu controle é feito com a aplicação de inseticidas que, em muitos casos, não solucionam o problema (CORTEZ & TRUJILLO 1994) e causam impactos negativos, como a contaminação ao meio ambiente, problemas de resistência da praga e desequilíbrio biológico. Nos últimos anos, tem-se pesquisado a possibilidade de controle de *S. frugiperda* através de liberações de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, parasitóides freqüentes dessa praga (RESENDE & CIOCIOLA 1996). Porém, faltam estudos que mostrem a capacidade dessas espécies em parasitar e se desenvolver nos ovos da praga e que dêem uma indicação da eficiência dessas espécies como agentes de controle biológico de *S. frugiperda*.

Parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* constituem um importante grupo de inimigos naturais com potencial para o controle biológico, já que eliminam a praga antes que qualquer dano seja causado à cultura (BLEICHER & PARRA 1989; BOTELHO *et al.* 1995). O grande número de espécies de *Trichogramma*

apresenta diferenças que podem alterar sua eficiência no controle de uma determinada praga. Essas espécies variam, em sua preferência por hospedeiros (reconhecimento e aceitação), no comportamento de busca (localização do hábitat, localização hospedeira) e tolerância às condições ambientais (HASSAN & GUO 1991; WÜHRER & HASSAN 1993). Dependem, ainda, da qualidade do hospedeiro como alimento para as suas larvas (SCHMIDT & SMITH 1985), sendo que seu ciclo de vida pode ser alterado em função do tipo de hospedeiro.

A capacidade do parasitóide de atacar e se desenvolver no hospedeiro é uma etapa crítica em um programa de controle biológico, desde que o hospedeiro possua alguma característica que evite a oviposição ou iniba o desenvolvimento do parasitóide (NAVARRO & MARCANO 1999) e com isto diminua a sua eficiência de controle. Para o sucesso de um programa de controle biológico é importante a escolha adequada de uma espécie de inimigo natural a ser utilizada. Para tanto, são necessárias avaliações que devem envolver, principalmente, a preferência e a adequação hospedeira, para que se selecione uma espécie que seja eficiente ao controle da praga (HASSAN 1997). Assim, a presente pesquisa tem como

objetivo comparar o desenvolvimento e a capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* visando selecionar a espécie mais indicada para o controle biológico de *S. frugiperda*.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R. de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14L:10E. Foram utilizadas 40 fêmeas recém-emergidas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* (mantidas por várias gerações em laboratório) individualizadas em tubos de vidro (12,0 x 75,0 mm), oferecendo-se, para cada fêmea, 40 ovos de *S. frugiperda* com, no máximo, 12 horas de idade e, como fonte de alimento, uma gota de mel puro. Antes da instalação do experimento, as fêmeas de cada espécie foram mantidas, por uma geração, em ovos de *S. frugiperda*, procurando-se, dessa forma, eliminar o efeito do hospedeiro alternativo, pelo provável condicionamento pré-imaginal. Visando avaliar apenas a qualidade do hospedeiro para o desenvolvimento de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, os ovos de *S. frugiperda* foram separados, eliminando-se, dessa forma, as barreiras físicas (camadas e escamas) de suas posturas. Inicialmente, as posturas foram imersas por 15 minutos em água destilada, para facilitar a separação dos ovos, e estes, em seguida, destacados com pincel e fixados à cartolina de coloração azul, por meio de água destilada. O parasitismo foi permitido por 48 horas, avaliando-se: duração do desenvolvimento (ovo-adulto), porcentagem de emergência, número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo, número de adultos emergidos por ovo, longevidade das fêmeas e razão sexual ( $r_s = \text{fêmea}/\text{fêmea} + \text{macho}$ ).

A capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foi avaliada individualmente, utilizando-se posturas recém colocadas (0-12 horas) de *S. frugiperda*, com diferentes características físicas, a saber: tratamento 1, uma camada de ovos sem escamas; tratamento 2, duas camadas de ovos sem escamas; tratamento 3, uma camada de ovos com baixa densidade de escamas; tratamento 4, uma camada de ovos com alta densidade de escamas. Foram individualizadas, em tubos de vidro (12,0 x 7,0 mm), para cada tipo de postura, 15 fêmeas dessas espécies alimentadas com uma gota de mel puro. O parasitismo foi permitido por 48 horas, removendo-se, após este período, as fêmeas dos tubos de criação. O número de ovos de cada postura foi contado com base no número de lagartas eclodidas e de ovos parasitados. Quando da emergência dos adultos de *Trichogramma*, foram contados: número de ovos com orifício de saída e ovos escuros sem a emergência de adultos, avaliando-se, assim, o número de ovos parasitados e a porcentagem de parasitismo.

Os tamanhos das fêmeas de *Trichogramma spp.*, com base no comprimento da tíbia posterior (BAI *et al.* 1992; OLSON & ANDOW 1998), e do ovipositor, foram comparados utilizando-se 20 fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, provenientes

de ovos de *S. frugiperda* e de *Anagasta kuehniella* (Zeller). As fêmeas foram mortas e clarificadas em ácido acético glacial por 48 horas e, a seguir, montadas em lâminas com “Hoyers” (KAZMER & LUCK 1995) e secas em estufa a  $60^\circ\text{C}$ . O comprimento da tíbia posterior foi considerado a partir da articulação com o fêmur até a junção com o tarso (OLSON & ANDOW 1998), e do ovipositor, a partir da base até o seu ápice (Fig. 1). Para se correlacionar o tamanho da tíbia com o comprimento do ovipositor, as medições dessas estruturas foram feitas em uma mesma fêmea através de uma ocular micrométrica acoplada ao estereomicroscópio com capacidade de aumento de até 100 vezes.

A preferência hospedeira foi avaliada adotando-se a metodologia de HASSAN (1989). Ovos de *A. kuehniella* e *S. frugiperda* foram distribuídos em diagonal, em pequenas áreas ( $0,4 \text{ mm}^2$ ) de uma arena de cartolina azul ( $20 \text{ mm}^2$ ) colocada no interior de um tubo de vidro (8,5 x 2,5 cm), no centro da qual foi oferecida uma gota de mel puro. Fêmeas ( $n=20$ ) de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* recém emergidas de ovos de *A. kuehniella*, foram individualizadas no interior dos tubos e monitoradas a cada 5 min, durante um período de 6 horas, registrando-se a posição de cada uma na arena e, dessa forma, a frequência de contatos com ovos de ambos os hospedeiros e, no final de 5 dias, o número de ovos parasitados.

Os resultados referentes ao desenvolvimento de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As médias relativas à capacidade de parasitismo e ao comprimento da tíbia posterior e do ovipositor foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial com dois fatores, espécie de *Trichogramma* e hospedeiro de criação, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Foi feita uma análise de correlação para se verificar a relação entre o tamanho da tíbia posterior e o comprimento do ovipositor de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*. A preferência para oviposição entre ovos de *S. frugiperda* e *A. kuehniella* foi comparada pelo teste não paramétrico de  $\chi^2$ .

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas para o período de desenvolvimento e a viabilidade de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* (Tabela I). A adequação dos ovos de *S. frugiperda* ao desenvolvimento de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foi comprovada pelo período de desenvolvimento e alta viabilidade, que estão próximos às médias observadas para estas espécies criadas em outros hospedeiros, como mostram os resultados de HARRISON *et al.* (1985) e CÔNSOLI & PARRA (1996), que observaram para *T. pretiosum* criada em ovos de *Heliothis virescens* (Fabricius) um período de desenvolvimento de 10,7 e 10,3 dias e uma viabilidade de 99,3% e 94,2%, respectivamente e de GREENBERG *et al.* (1988) que relataram um período de desenvolvimento e uma sobrevivência médios de 9,4 dias e 75,4%, respectivamente, para *T. pretiosum* em ovos de *Spodoptera*

*exigua* (Hübner).

A longevidade diferiu estatisticamente entre as espécies. Em média, fêmeas de *T. pretiosum* foram mais longevas do que as de *T. atopovirilia* (Tabela I); porém, para ambas as espécies os valores observados foram inferiores àqueles referidos por SÁ & PARRA (1994) e CÔNSOLI & PARRA (1996), para *T. pretiosum* criada em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) e *H. virescens*, que foram de 9,9 e 16,0 dias, respectivamente e aos de RESENDE & CIOCIOLA (1996) para *T. atopovirilia* criada em ovos de *H. zea* (8 dias).

O número de adultos emergidos por ovo do hospedeiro foi significativamente maior para *T. atopovirilia* do que para *T. pretiosum* (Tabela I). Esses resultados concordam com os obtidos por NAVARRO & MARCANO (1999) para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* mantidas em ovos de *H. zea* que foram de 1,4 e 1,2, respectivamente, sendo inferiores àqueles observados para *T. pretiosum* por HARRISON *et al.* (1985) em ovos de *H. virescens* e por SÁ & PARRA (1994) em ovos de *H. zea*, a 25°C (3,2 e 2,2 adultos por ovos hospedeiro, respectivamente), devido ao maior tamanho dos ovos destas espécies. Assim, considerando-se que a capacidade de parasitismo (Tabela II) e o número de adultos emergidos por ovo foram maiores para *T. atopovirilia* do que para *T. pretiosum*, pode-se inferir que *T. atopovirilia* terá maior probabilidade de aumentar sua população em menor período de tempo do que *T. pretiosum*, sendo, aparentemente, mais adequada ao controle biológico de *S. frugiperda*.

SUZUKI *et al.* (1984) chamaram a atenção para a competição intraespecífica quando há uma maior quantidade de *Trichogramma* se desenvolvendo por ovo hospedeiro o que resultará em indivíduos de menor tamanho e de baixa qualidade. A fecundidade de *Trichogramma* está diretamente ligada ao seu tamanho, e este irá depender do número de parasitóides por ovo e do tamanho do hospedeiro (BAI *et al.* 1992; GREENBERG *et al.* 1998). No entanto, os resultados desta pesquisa mostram que em ovos de *S. frugiperda*, há quantidade suficiente de nutrientes para suportar o desenvolvimento de mais do que um parasitóide por ovo hospedeiro, sem interferir na qualidade do inseto produzido.

A razão sexual não diferiu entre *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* (Tabela I). Para ambas as espécies houve cerca de 70% de fêmeas, o que difere dos resultados de NAVARRO & MARCANO (1999) para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em ovos de *H. zea*, com 56 e 49% de fêmeas, respectivamente. A alta razão sexual observada para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, embora possa ser uma característica inerente às duas espécies, devido à boa adequação dos ovos de *S. frugiperda* aos parasitóides, pode também estar relacionada ao tempo de parasitismo, 48 horas, que corresponde à fase inicial da vida adulta, época de maior atividade das fêmeas e na qual é produzido um maior número de fêmeas. Segundo estudos de HOUSEWEART *et al.* (1983), TOONDERS & SÁNCHEZ (1987) e HOFFMANN *et al.* (1995), fêmeas mais jovens tendem a colocar um maior número de ovos que darão origem a fêmeas, havendo uma inversão na razão sexual à medida que estas se tornam mais velhas. Assim, HOFFMANN *et al.* (1995) constataram que

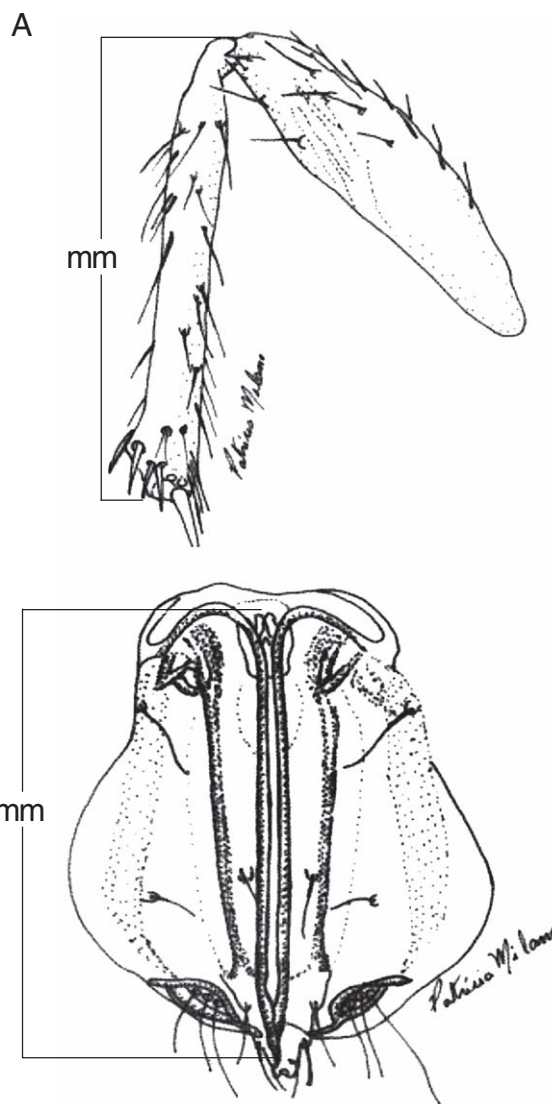
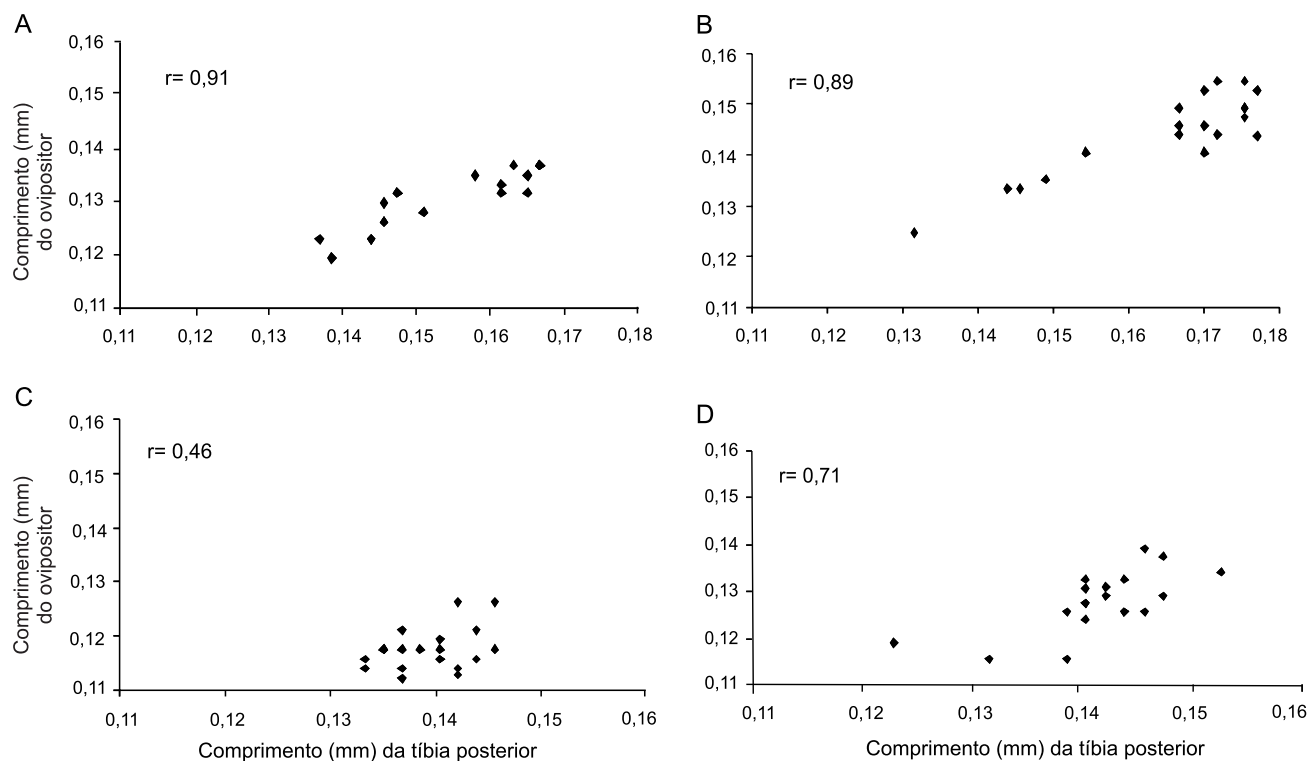


Fig. 1. Comprimento da tíbia posterior (A) e do ovipositor (B) de *Trichogramma spp.* (aumento de 500 vezes)

*Trichogramma ostrinae* Pang & Chen colocou 80% de fêmeas durante os 6 primeiros dias de vida, diminuindo esta proporção com a idade da fêmea, e TOONDERS & SÁNCHEZ (1987) observaram uma razão sexual com 50% de fêmeas para *Trichogramma spp.* em ovos de *S. frugiperda*, nos primeiros dias de parasitismo, caindo para 16% de fêmeas até o quinto dia de parasitismo. Uma outra hipótese para inversão na razão sexual com a idade da fêmea é, segundo HOUSEWEART *et al.* (1983), a diminuição ou a falta de esperma na espermateca, devido à fêmea copular uma única vez, o que diminuiria a fertilização dos ovos e, conseqüentemente, o número de fêmeas.

A capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foi afetada pelo tipo de postura de *S. frugiperda* (Tabela II). Quanto ao número de ovos parasitados, houve interação significativa dos fatores espécie e tipo de postura, ou seja, a capacidade de parasitismo diferiu como resultado



**Fig. 2.** Correlação entre o comprimento (mm) da tibia posterior e do ovipositor de duas espécies de *Trichogramma*. (A) *T. atopovirilia* e (B) *T. pretiosum*, criadas em ovos de *S. frugiperda*; (C) *T. atopovirilia* e (D) *T. pretiosum*, criadas em ovos de *A. kuehniella*.

da diferença de potencial reprodutivo entre as espécies e da dificuldade imposta ao parasitismo, pelas barreiras físicas das posturas de *S. frugiperda*. Quanto à porcentagem de parasitismo, houve diferença significativa entre as espécies e entre as posturas, mas não houve interação significativa destes fatores. Neste caso, a porcentagem de parasitismo independeu da interferência mútua dos fatores espécie e tipo de postura (Tabela II) e está relacionada à proporção entre o número de ovos por postura e a quantidade de ovos parasitados por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*.

O número de ovos parasitados por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foi significativamente maior em posturas com uma e duas camadas sem escamas do que em posturas com escamas. Exceto em posturas com alta densidade de escamas, não houve diferença significativa quanto à porcentagem de parasitismo entre posturas com baixa densidade de escamas e sem escamas (uma e duas camadas) para as duas espécies (Tabela II). Esse resultado é consequência da diferença entre o total de ovos por postura (que foi menor naquelas com baixa densidade de escamas do que nas posturas sem escamas) e o número de ovos parasitados, o que contribuiu para o aumento proporcional na porcentagem de ovos parasitados, não se detectando diferença significativa entre estas posturas (Tabela II). Contudo, a baixa capacidade de parasitismo observada em posturas com escamas mostra a dificuldade de *Trichogramma* em romper essa barreira e parasitar os ovos sobrepostos,

diminuindo a eficiência dessas espécies no controle de *S. frugiperda*. Por outro lado, quando se observam os valores da capacidade de parasitismo em posturas com uma e duas camadas sem escamas, vê-se que estas não diferiram significativamente, indicando que a sobreposição não é um fator limitante nestes casos.

O número de ovos parasitados por *T. atopovirilia* foi significativamente maior do que por *T. pretiosum*, exceto em posturas com alta densidade de escamas (Tabela II). Este resultado mostra que, nessas posturas, a grande quantidade de escamas presentes impediu que houvesse um aumento no número de ovos parasitados, estando estes limitados aos ovos mais expostos na margem da postura, que provavelmente estavam em igual quantidade e abaixo da capacidade de parasitismo dessas duas espécies, o que contribuiu para a mesma proporção de ovos parasitados pelas duas espécies. Porém, a maior capacidade de parasitismo observada para *T. atopovirilia* difere dos resultados de NAVARRO & MARCANO (1999) que constataram maior número de ovos de *H. zea* parasitados por *T. pretiosum* em relação a *T. atopovirilia*. Essa diferença na capacidade de parasitismo entre *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* pode estar associada à preferência pelo hospedeiro e à maior fecundidade de *T. atopovirilia* em ovos de *S. frugiperda*, ou ainda, ao pequeno tamanho de *T. pretiosum* em relação à outra espécie em estudo.

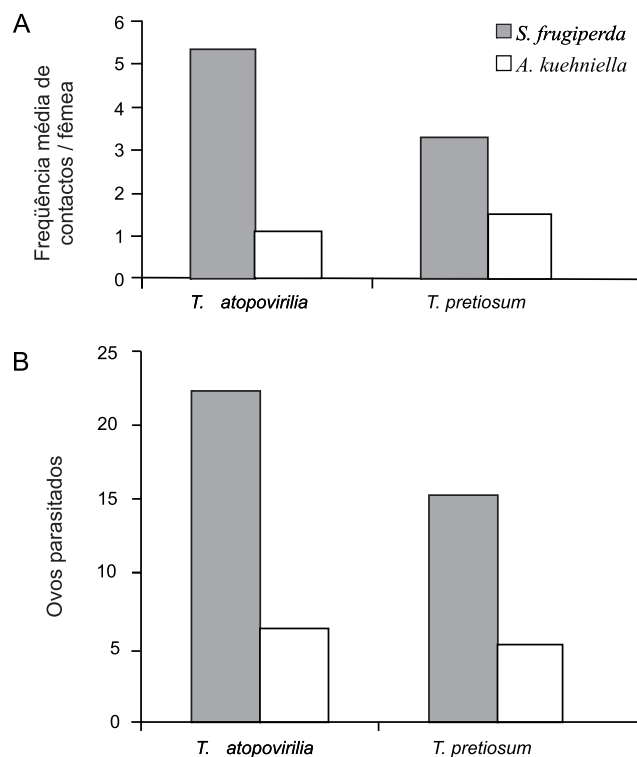
Dessa forma, procurou-se verificar se a maior capacidade



de parasitismo de *T. atopovirilia* em relação a *T. pretiosum*, estaria associada ao maior tamanho das fêmeas, o que facilitaria a quebra das barreiras físicas da postura por esta espécie e contribuiria para sua melhor performance. Observou-se interação significativa dos fatores espécie e hospedeiro de criação com relação ao comprimento da tíbia posterior, sendo o tamanho da fêmea dependente da espécie de *Trichogramma* e do hospedeiro no qual ela se desenvolveu. Quanto ao comprimento do ovipositor, só houve diferenças significativas quanto ao fator espécie e hospedeiro não havendo interação significativa destes fatores (Tabela III). O comprimento do ovipositor foi positivamente correlacionado com o comprimento da tíbia posterior de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* provenientes de *S. frugiperda* e *A. kuehniella* (Fig. 2), havendo uma relação direta entre tamanho da fêmea e o comprimento do ovipositor.

Fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* tiveram maior comprimento da tíbia posterior e do ovipositor, quando desenvolvidas em ovos de *S. frugiperda* em relação àquelas criadas em ovos de *A. kuehniella*. A justificativa pode estar ligada ao fato dos ovos de *S. frugiperda* (volume de 0,036 mm<sup>3</sup>, segundo CÔNSOLI *et al.* 1999) serem maiores, com maior quantidade de nutrientes para permitir o desenvolvimento e produzir indivíduos de maior tamanho do que em ovos de *A. kuehniella* (volume de 0,023 mm<sup>3</sup> segundo CÔNSOLI *et al.* 1999). Resultado semelhante foi observado por BAI *et al.* (1992) onde ovos de *Manduca sexta* (L.) de maior volume do que ovos de *Trichoplusia ni* (Hübner), produziram fêmeas de *T. pretiosum* de maior tamanho. Porém, CÔNSOLI & PARRA (1996) não encontraram diferenças significativas entre o comprimento da tíbia posterior de fêmeas de *T. pretiosum* criadas em ovos de *H. zea*, *A. kuehniella*, e *in vitro*, com valores de 0,156, 0,157 e 0,155 mm, respectivamente.

Fêmeas de *T. pretiosum* provenientes de ovos de *S. frugiperda* tiveram maiores comprimentos da tíbia posterior do que fêmeas de *T. atopovirilia*, não havendo diferença, significativa, entre tais comprimentos, quando os insetos foram provenientes de ovos de *A. kuehniella*. O menor tamanho de *T. atopovirilia* pode ser explicado pelo maior número de indivíduos desenvolvendo-se por ovo de *S. frugiperda* (Tabela



**Fig. 3.** Preferência de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* durante 45 min, sobre ovos de *S. frugiperda* e *A. kuehniella*. Temperatura de 25 ± 2°C; U.R. de 70 ± 10 e fotofase de 14 h. (A) Freqüência média de contactos ( $\chi^2 = 6,87$ , P=0,09), (B) número médio de ovos parasitados ( $\chi^2 = 2,15$ , P=0,14)

D), pois, segundo WAAGE & MING (1984) existe uma relação inversa entre a densidade de *Trichogramma* por ovo hospedeiro e o tamanho do parasitóide.

Os valores encontrados para o tamanho da tíbia posterior de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* provenientes de ovos do hospedeiro natural, *S. frugiperda*, estão dentro do intervalo encontrado por OLSON & ANDOW (1998), para *Trichogramma nubilale* Pintureau & Voegelé em ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner), que variou de 0,14 a 0,18 mm. Para *T. pretiosum*, o

**Tabela I.** Parâmetros biológicos de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda*. Temperatura 25,0 ± 2°C, U.R. 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.

Espécie	Ovo-adulto		Longevidade (dias)	Fase adulta	
	Duração (dias)	Emergência (%)		Nº de adultos/ovo	Razão sexual
<i>T. atopovirilia</i> (n=38)	9,80±0,04a <sup>1</sup>	93,51±1,34a	5,47±0,50b	1,40±0,03a	0,75±0,02a
<i>T. pretiosum</i> (n=40)	9,66±0,06a	93,81±0,97a	7,37±0,61a	1,27±0,03b	0,76±0,03a

<sup>1</sup> médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de "F" (P<0,05)

**Tabela II.** Capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em posturas de *S. frugiperda* com diferentes características físicas, em laboratório. Temperatura de  $25 \pm 2,0^\circ\text{C}$ , U.R.  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

Tratamento	n	Capacidade de parasitismo			
		Nº de ovos parasitados		Parasitismo (%)	
		<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>
Uma camada sem escamas	15	39,5±1,85aA <sup>1</sup> (n=64,13) <sup>2</sup>	24,1±1,68bA (n=65,68)	63,2±3,73A <sup>1</sup>	38,4 ± 3,62A
Duas camadas sem escamas	15	38,4±2,02aA (n=70,13)	23,2±1,78bA (n=75,13)	56,0 ± 3,19A	32,1 ± 2,76A
Uma camada e baixa densidade de escamas	15	26,9±1,76aB (n=55,93)	15,9±1,31bB (n=53,40)	50,9±5,02A	33,6 ± 4,37 A
Uma camada e alta densidade de escamas	15	10,9±1,63aC (n=52,80)	7,7±1,62aC (n=59,06)	23,1 ± 3,56B	14,8 ± 3,57 B
Média Geral	60	28,9±1,74a	17,7±1,16b	48,3 ± 2,75a	29,7 ± 3,57 b

<sup>1</sup> médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ );

<sup>2</sup> número médio de ovos/postura

comprimento da tíbia posterior observado neste estudo foi igual àqueles obtidos por BAI *et al.* (1992) e próximos aos resultados de CÔNSOLI & PARRA (1996), para esta espécie proveniente de ovos de *H. zea* e *A. kuehniella*, que foram de 0,16 e 0,14 mm e 0,157 e 0,156 mm, respectivamente.

O comprimento da tíbia posterior é uma medida que serve como parâmetro do tamanho da fêmea de *Trichogramma*, e se correlaciona positivamente com a capacidade dos machos localizarem as fêmeas para acasalar e com a capacidade de localização do hospedeiro, longevidade e fecundidade das fêmeas (WAAGE & MING 1984; BAI *et al.* 1992; GREENBERG *et al.* 1998; OLSON & ANDOW 1998). Considerando-se que a capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foi avaliada com espécies provenientes de ovos de *A. kuehniella* e que não houve diferença de tamanho entre fêmeas provenientes deste hospedeiro, os resultados mostram que a maior capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* não está associada ao seu tamanho como comentado anteriormente,

mas à sua maior agressividade e especificidade a ovos de *S. frugiperda*, se comparado a *T. pretiosum*. Sendo assim, fica evidenciado que, em condições de laboratório, *T. atopovirilia* tem maior capacidade de parasitismo sobre posturas de *S. frugiperda* em relação a *T. pretiosum*. No entanto, ficou claro que é a densidade de escamas, e não o número de camadas, o fator mais importante neste parasitismo, já que esta funciona como uma barreira física que dificulta o parasitismo, mesmo para as espécies mais agressivas como *T. atopovirilia*.

A análise da frequência de contactos entre ovos de *S. frugiperda* e *A. kuehniella* mostrou diferenças na preferência hospedeira entre *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, porém sem interação significativa dos fatores espécie e hospedeiro quanto ao número de ovos parasitados (Fig. 3). Em geral, a frequência de contacto em ovos de *S. frugiperda* foi maior do que em ovos de *A. kuehniella*, contribuindo para o aumento no número de ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*. Estudos feitos por HASSAN & GUO

**Tabela III.** Comprimento (mm) da tíbia posterior e do ovipositor de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* criados em ovos de *S. frugiperda* e *A. kuehniella*. Temperatura de  $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$ , U.R.  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

Hospedeiro	n	Comprimento da tíbia (mm) <sup>1</sup>		Comprimento do ovipositor (mm) <sup>2</sup>	
		<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>
<i>S. frugiperda</i>	20	0,1521±0,0027bA <sup>3</sup>	0,1657±0,0030aA	0,1292±0,0016A <sup>3</sup>	0,1446±0,0018A
<i>A. kuehniella</i>	20	0,1394±0,0008aB	0,1418±0,0014aB	0,1178±0,0008B	0,1288±0,0015B
Média geral		0,1457±0,0017b	0,1537±0,0025 <sup>a</sup>	0,1235±0,0012b	0,1367±0,0017a

<sup>1,2</sup> dados transformados em  $\chi^2$  e  $\log x$ , respectivamente

<sup>3</sup> médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

(1991) e WÜHRER & HASSAN (1993), mostraram a perda ou a diminuição na preferência pelo hospedeiro natural quando *Trichogramma* é criado por várias gerações sobre o hospedeiro alternativo o que, segundo HASSAN (1989), é um indicativo da perda de eficiência no campo. Assim, *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* mantiveram a preferência pelo hospedeiro natural mesmo tendo sido criadas por várias gerações no hospedeiro alternativo, e mantiveram, portanto, a agressividade e eficiência de parasitismo em ovos de *S. frugiperda*.

A frequência de contactos em ovos de *S. frugiperda* contribuiu para o aumento no número de ovos parasitados por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, mostrando que existe uma relação direta entre frequência de contacto e parasitismo. Porém, *T. atopovirilia* contactou mais e tendeu a parasitar mais ovos de *S. frugiperda* do que os de *A. kuehniella* se comparado a *T. pretiosum*. A explicação para esta diferença pode estar relacionada à maior especificidade de *T. atopovirilia* a ovos de *S. frugiperda*, ou a uma diminuição na preferência pelo hospedeiro natural, como consequência do condicionamento pré-imaginal, resultante da criação de *T. pretiosum* no hospedeiro alternativo, o que é corroborado por WÜHRER & HASSAN (1993); estes autores não observaram correlação entre a frequência de contactos e parasitismo e detectaram uma diminuição na preferência de *T. pretiosum* por ovos de *Plutella xylostella* L. após ser criada em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier). Sendo assim, pode-se considerar que *T. atopovirilia* apresentou maior aceitação pelo ovos do hospedeiro natural, mostrando-se mais agressiva e com maior potencial para o controle de *S. frugiperda* do que *T. pretiosum*.

Agradecimentos. À CAPES/PICDT pela concessão de bolsa de estudos que permitiu a realização desta pesquisa; ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos S. Dias, do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, pela colaboração na análise estatística e à Bióloga Patrícia Milano pelos desenhos esquemáticos que ilustram este trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BAL, B.; R. F. LUCK; L. FOSTER; B. STEPHENS & J. A. M. JANSSEN. 1992. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **64**: 37-48.
- BERTELS, A. 1970. Estudos da influência da umidade sobre a dinâmica de populações de lepidópteros, pragas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **5**: 67-79.
- BLEICHER, E. & J. R. P. PARRA. 1989. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **24**: 929-940.
- BOTELHO, P. S. M.; J. R. P. PARRA; E. A. MAGRINI; M. L. HADDAD & L. C. L. RESENDE. 1995. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Entomologia** **39**: 591-595.
- CÓNSOLI, F. L. & J. R. P. PARRA. 1996. Biology of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in vitro and in vivo. **Annals of the Entomological Society of America** **89**: 828-834.
- CÓNSOLI, F. L.; E. W. KITAJIMA & J. R. P. PARRA. 1999. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology** **28**: 211-229.
- CORTEZ, H. M. & J. A. TRUJILLO. 1994. Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maíz. **Turrialba** **44**: 1-9.
- GREENBERG, S. M.; D. A. NORDLUND & Z. WU. 1998. Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control** **11**: 43-48.
- HARRISON, W. W.; E. G. KING & J. D. OUZTS. 1985. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. **Environmental Entomology** **14**: 118-121.
- HASSAN, S. A. 1989. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga** **34**: 19-27.
- 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 (ed.). **Trichogramma e o Controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 324 p.
- HASSAN, S. A. & M. F. GUO. 1991. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). **Journal of Applied Entomology** **111**: 335-341.
- HOFFMANN, M. P.; D. L. WALKER & A. M. SHELTON. 1995. Biology of *Trichogramma ostriniae* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) and survey for additional hosts. **Entomophaga** **40**: 387-402.
- HOUSEWEART, M. W.; D. T. JENNINGS; C. WELTY & S. G. SOUTHARD. 1983. Progeny production by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) utilizing eggs for *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Canadian Entomology** **115**: 1245-1252.
- KAZMER, D. J. & R. F. LUCK. 1995. Field tests of the size-fitness hypothesis in the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ecology** **76**: 412-425.
- 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. **Boletín de Entomología Venezolana** **14**: 87-93.
- OLSON, D. M. & D. A. ANDOW. 1998. Larval crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology** **27**: 508-514.
- RESENDE, D. L. M. C. & A. I. CIOCIOLA. 1996. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia** **20**: 421-424.
- SÁ, L. A. N. & J. R. P. PARRA. 1994. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephesthia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology** **118**: 38-43.
- SCHMIDT, J. M. & J. J. SMITH. 1985. The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **39**: 287-294.
- SUZUKI, Y.; H. TSUIJI & M. SASAKAWA. 1984. Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Animal Behavior** **32**: 478-484.
- TOONDERS, T. J. & J. L. C. SÁNCHEZ. 1987. Evaluación de la efectividad de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el combate de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) recomendaciones para su uso. Centro Entomología y Acarología, 75-84.

- WAAGE, J. K. & N. G. S. MING. 1984. The reproductive strategy of a parasitic wasp. I. Optimal progeny and sex allocation in *Trichogramma evanescens*. **Journal of Animal Ecology** **53**: 401-415.
- WÜHRER, B. G. & S. A. HASSAN. 1993. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). **Journal of Applied Entomology** **116**: 80-89.