

Biologia, Seleção e Avaliação de Linhagens de *Trichogramma* spp. para o Controle da Lagarta-da-Espiga em Milho Semente

Josemar Foresti¹, Mauro Silveira Garcia², Oderlei Bernardi³, Marcelo Zart⁴ & Adrise Medeiros Nunes⁵

1. Pioneer Sementes Ltda, e-mail: josemar_foresti@pioneer.com. 2. Universidade Federal de Pelotas, e-mail: garciasmauro@yahoo.com.br. 3. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, e-mail: oderleibernardi@yahoo.com.br (Autor para correspondência[✉]). 4. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: marcelo_zart@yahoo.com.br. 5. e-mail: adrisenunes@gmail.com.

EntomoBrasilis 5 (1): 43-48 (2012)

Resumo. O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia de *Trichogramma* spp. em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e *Helicoverpa zea* (Boddie), selecionar e avaliar uma linhagem do parasitóide para o controle de *H. zea* em milho semente. Para a biologia foram ofertados ovos do hospedeiro alternativo e natural à *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner. Para verificação do potencial de parasitismo foram ofertados 40 ovos de cada hospedeiro por fêmea do parasitóide. No estudo em casa de vegetação para determinação do número ideal de parasitóides ofertou-se 60 ovos de *H. zea* e variou-se o número de parasitóides. No campo avaliou-se o controle de *H. zea* mediante liberação de 100; 200; 400 e 800 mil parasitóides por hectare, controle químico e tratamento sem liberação e sem inseticida. No estudo de biologia a duração média do período de ovo - adulto e a razão sexual dos parasitóides foram semelhantes nos dois hospedeiros. O número médio de parasitóides gerados por ovo de *A. kuehniella* e *H. zea* variou de 1,10 a 1,20 e 2,22 a 2,67, respectivamente. A capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* foi de 93,70 e 82,75 ovos por fêmea de *A. kuehniellae* *H. zea*, respectivamente. Em casa de vegetação o percentual de parasitismo de *T. pretiosum* estabilizou quando liberados 5,33 parasitóides por ovo de *H. zea*. A campo, a maior eficiência de controle ocorreu quando foram liberados 100 mil parasitóides por hectare em quatro épocas, a partir do início da infestação de *H. zea*.

Palavras-chave: *Helicoverpa zea*; Milho; Parasitóide de ovos; Trichogrammatidae.

Biology, Selection and Evaluation of Strains of *Trichogramma* spp. for Control of Corn Earworm in Corn Seeds

Abstract. The objective was to study the biology of *Trichogramma* spp. in eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) and *Helicoverpa zea* (Boddie), select and evaluate a strain of the parasitoid to control of *H. zea* in corn seed. In the biology study was offered eggs of the natural and alternative host to *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner. To verify the potential of parasitism were offered 40 eggs of both hosts per parasitoid. In greenhouse, a study was conducted to determine the optimal number of parasitoids to be released by egg of *H. zea*. It was established 60 eggs of *H. zea* and varied the number of parasitoids. In the field were evaluated of parasitism with the release of 100, 200, 400 and 800 thousand parasitoids per hectare, chemical control and treatment without released and insecticide. In the biology study, the duration of egg - adult period and sex ratio of parasitoids were similar in the two hosts. The number of parasitoids generated per egg of *A. kuehniella* and *H. zea* varied from 1.10 to 1.20 and from 2.22 to 2.67, respectively. The capacity of parasitism of *T. pretiosum* female was 93.70 and 82.75 eggs of *A. kuehniella* and *H. zea*, respectively. In greenhouse, the percentage of parasitism of *T. pretiosum* had established when released 5.33 parasitoids per egg of *H. zea*. In field, the greater efficiency of control occurred where released 100 thousand parasitoids per hectare in four seasons from the observation of early infestation of *H. zea*.

Keywords: *Helicoverpa zea*; Parasitoid; Trichogrammatidae; *Zea mays*.

A lagarta-da-espiga do milho, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) está distribuída ao longo de regiões temperadas e tropicais em todo o mundo. Esse inseto ocasiona danos significativos às culturas do milho, algodão, sorgo, tomate e girassol (SILVA *et al.* 1968). Em milho causa perdas diretas por atacar os grãos e indiretas pelo seccionamento dos estilos-estigma provocando os abortamentos dos grãos. Ademais, seu dano favorece a entrada de pragas como o gorgulho, *Sitophilus* sp. (Coleoptera: Curculionidae), a traça *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Euxesta* sp. (Diptera: Ulidiidae) que diminuem ainda mais a qualidade dos grãos de milho para a produção de semente (CRUZ 1983).

Em áreas de produção de milho semente os prejuízos ocasionados por *H. zea* são elevados, pois o inseto acarreta danos aos grãos e, consequentemente, a perda das sementes da ponta da espiga (CRUZ 1983). Nesse cenário, para o controle do inseto, normalmente são realizadas aplicações de inseticidas de amplo espectro e pouco seletivos como organofosforados, carbamatos

e piretróides. No entanto, os inseticidas têm demonstrado pouca eficiência de controle devido às aplicações não serem realizadas no momento adequado (início da infestação), problemas de tecnologia de aplicação e ao hábito do inseto de se abrigar no interior das espigas, ficando protegido da calda inseticida.

Uma alternativa promissora para controle de *H. zea* em áreas de produção de milho semente é uso do controle biológico aplicado, mediante a liberação de parasitóides de ovos. Dentre os parasitóides de ovos destacam-se aqueles pertencentes ao gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), os quais constituem um importante grupo de inimigos naturais com potencial para o controle biológico de *H. zea*. Dentre as espécies do gênero *Trichogramma*, a espécie mais frequentemente encontrada parasitando ovos de *H. zea* no Brasil é *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (SÁ & PARRA 1994). Adicionalmente, *T. pretiosum* é a espécie mais encontrada nas culturas do milho, algodão, soja, mandioca, cana-de-açúcar e tomate (ZUCCHI & MONTEIRO 1997). Na América do Sul, *T. pretiosum*

vem sendo utilizado com êxito no controle de lepidópteros em algodão, cana-de-açúcar, frutíferas, trigo, milho e florestas (STEIN & PARRA 1987). Outra espécie que tem sido comumente relatada parasitando ovos de *H. zea* é *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (TIRONI 1992; ZUCCHI & MONTEIRO 1997). Entretanto, no Brasil a utilização de espécies de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas ainda é restrita, mas com avanço em áreas de produção de tomate e cana-de-açúcar (ZUCCHI & MONTEIRO 1997).

A multiplicação de parasitóides do gênero *Trichogramma* tem sido basicamente realizada em hospedeiros alternativos como *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *S. cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Corcyra cephalonica* (Station) (Lepidoptera: Pyralidae). No entanto, *A. kuehniella* vem sendo preferida devido as suas características mais favoráveis ao desenvolvimento do parasitóide (STEIN & PARRA 1987). Entretanto, 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).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar a biologia de linhagens de *Trichogramma* spp. em ovos do hospedeiro alternativo (*A. kuehniella*) e hospedeiro natural (*H. zea*), selecionar e avaliar uma linhagem do parasitóide para o controle de *H. zea* em campo de milho semente no Noroeste do Rio Grande do Sul, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Biologia de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*. As espécies de *T. pretiosum* (linhagem 1) e *T. atopovirilia* (linhagem 2) foram coletadas em lavouras de produção de milho semente nos municípios de Santo Augusto e Santa Rosa, RS, respectivamente. Adicionalmente, avaliou-se *T. atopovirilia* (Linhagem 3), adquirida junto ao Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, SP. Para o estudo de biologia, os ovos dos hospedeiros, *A. kuehniella* e *H. zea* com 0 - 24 h de idade foram expostos ao parasitismo de fêmeas dos parasitóides com idade de 24 h, as quais foram alimentadas com mel puro colocado em pequenas gotículas no interior de tubos de vidros transparentes (2,5 × 8,5 cm) e tamponados com filme plástico (Magipak®). Para cada fêmea do parasitóide foram ofertados para o parasitismo 10 e 20 ovos de *H. zea* e *A. kuehniella*, respectivamente. O parasitismo foi permitido por um período de 24 h, sendo as fêmeas sobreviventes eliminadas e os tubos novamente tamponados com filme plástico e mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1°C, umidade relativa 70 ± 10% e fotofase de 14 h para a incubação. Os seguintes parâmetros biológicos foram avaliados: ciclo biológico, viabilidade, razão sexual, proporção e número de parasitóides por ovo de *H. zea* e *A. kuehniella*. Os dados foram testados quanto à homogeneidade da variância dos erros (BARTLETT 1937), e com base neste teste não foram transformados. Para discriminação dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Genes® (CRUZ 2001).

Potencial de parasitismo e estimativa de sobrevivência da linhagem *T. pretiosum*. A partir do estudo de biologia foi selecionada a espécie *T. pretiosum* (linhagem 1) para dar sequência aos estudos. Para determinação do potencial de parasitismo e estimativa de sobrevivência, fêmeas de *T. pretiosum* recém-emergidas foram individualizadas em tubo de vidro (2,5 × 8,5 cm) e alimentadas com mel puro colocado em finas gotículas no interior do tubo. Diariamente foram ofertados 40 ovos (0 - 24 h de idade) dos hospedeiros *A. kuehniella* e *H. zea* por fêmea do parasitóide por um período de 24 h de parasitismo. Após este período, os ovos

foram retirados e acondicionado tubos de vidro, sendo mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 h para incubação, até o aparecimento das pupas do parasitóide (escurecimento característico). A oferta de ovos as fêmeas foi realizada diariamente, até a morte das fêmeas. Para manter a umidade no interior do tubo foi colocado um pedaço de papel filtro (2 × 1 cm) levemente umedecido. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 20 repetições por hospedeiro. As avaliações consistiram da contagem do número de ovos parasitados (coloração escura) e verificação da longevidade das fêmeas, para obtenção da curva de parasitismo e estimativa de sobrevivência em ambos os hospedeiros.

Determinação do número ideal de parasitóides a ser liberado por ovo de *H. zea*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob condições climáticas naturais, utilizando-se gaiolas (0,50 m comprimento × 0,50 m largura × 1,0 m altura) revestidas com tela de nylon. Em cada gaiola colocou-se uma planta de milho no estágio de embonecamento (emissão de estilos-estigma) acondicionada em vaso (10 cm de diâmetro × 22 cm de altura) contendo areia umedecida. Na base de cada gaiola, na região de contato com o solo, foi colocada uma espuma para melhorar a vedação e impedir a fuga dos parasitóides. Com base em estudos preliminares foi estabelecido o número de 60 ovos de *H. zea* por gaiola e variou-se o número de parasitóides liberados seguindo a metodologia descrita por LOPES & PARRA (1991). Os tratamentos consistiram da liberação de 160, 320, 640, 1280 e 2560 adultos de *T. pretiosum* por gaiola, isso correspondeu a 2,67; 5,33; 10,67; 21,33 e 42,67 parasitóides por ovo. O período de exposição dos ovos aos parasitóides foi de 48 horas. Após este período, os ovos foram recolhidos e acondicionados em tubos de vidros (2,5 × 8,5 cm) tamponados com filme plástico (Magipak®) e levados ao laboratório, onde foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 h para incubação até o aparecimento das pupas do parasitóide (escurecimento característico) para avaliação do percentual de parasitismo. Os dados foram testados quanto à homogeneidade da variância dos erros (BARTLETT 1937), e com base neste teste não foram transformados. Para discriminação dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Genes® (CRUZ 2001).

Intervalo e número do parasitóides a ser liberado em milho para o controle de *H. zea*. O experimento foi conduzido em área de produção de milho semente da Pioneer Sementes Ltda. em Santo Augusto, região Noroeste do RS, infestada naturalmente por *H. zea*. O milho em fase de embonecamento (emissão de estilos-estigma) foi monitorado para verificação da presença das primeiras posturas de *H. zea*. Ao serem constatadas as primeiras posturas se iniciaram as liberações de *T. pretiosum* na quantidade de 100; 200; 400 e 800 mil parasitóides por hectare, com intervalo de quatro dias entre as liberações, um tratamento com controle químico (Karate Zeon 250 CS e Gallaxy 100 CE - duas aplicações de cada inseticida, respectivamente) e tratamento controle (sem liberação de parasitóides e sem aplicação de inseticidas). Os tratamentos com liberações do parasitóide foram dispostos na área de forma crescente (100 a 800 mil) separados entre si por uma faixa de 20 m (≈ 25 fileiras de milho) para evitar interferência entre os tratamentos. Nas parcelas com liberação do parasitóide foram demarcados pontos distanciados entre si por 10 m. Nas plantas previamente marcadas, os ovos de *A. kuehniella* parasitados e colados em cartelas de cartolina azul foram liberados próximo à emergência dos parasitóides, sendo acondicionados entre o colmo e a bainha da folha das plantas de milho. As avaliações da eficiência de parasitismo foram realizadas indiretamente por meio da avaliação de ataque de *H. zea* a espigas previamente marcadas em 10 pontos da área (20 espigas por ponto), totalizando 200 espigas por tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos distribuídos em um pivô central em formato de faixas, perfazendo seis parcelas de um hectare, com um total

quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados conforme descrito anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biologia de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*. Não houve diferença significativa na duração média do período de ovo - adulto de fêmeas e machos de *T. pretiosum* (linhagem 1) e *T. atopovirilia* (linhagem 2 e 3) foram semelhantes tanto no hospedeiro alternativo, *A. kuehniella* como no hospedeiro natural, *H. zea* (Tabela 1). Em estudo realizado por STEIN & PARRA (1987) nas mesmas condições o período de ovo - adulto de *T. pretiosum* criado sobre ovos do hospedeiro de *A. kuehniella* foi de 7,55 dias, sendo inferior ao verificado neste estudo. Por outro lado, BERTI & MARCANO (1997) encontraram uma duração maior do período ovo-adulto para *T. pretiosum* (10,7 dias) sobre o mesmo hospedeiro e nas mesmas condições de temperatura. Experimento de avaliação de temperatura realizado por NAVARRO & MARCANO (1997) com *T. pretiosum* e *Trichogramma caiaposi* (Brun, Moraes & Soares) demonstraram a 23°C um período de ovo - adulto de 10,66 e 13,19 dias em ovos de *H. zea*, respectivamente. Segundo HASSAN (1997), diferenças nos parâmetros biológicos podem ocorrer entre espécie e/ou linhagens do parasitóide. A viabilidade foi similar para todas as espécies/linhagens avaliadas não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 1). Viabilidade similar a verificada neste estudo foi encontrada por SÁ & PARRA (1994) para *T. pretiosum* criado em *A. kuehniella* e *H. zea* com viabilidade de 86,66 e 95,00%, respectivamente.

A razão sexual e proporção sexual foram similares para todas as espécies e/ou linhagens avaliadas dos parasitóides *T. pretiosum* (linhagem 1), *T. atopovirilia* (linhagem 2 e 3), exceto a proporção sexual de *T. atopovirilia* (linhagem 3) que foi inferior as demais (Tabelas 1). O número médio de parasitóides gerados por ovo dos hospedeiros avaliados, *A. kuehniella* e *H. zea* variaram de 1,10 a 1,20 e 2,22 a 2,67, respectivamente (Tabela 1). O número médio de parasitóides gerados por ovo do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* está de acordo com os valores verificados por STEIN & PARRA (1987) que constataram 1,16 parasitóides por ovo. Em ovos de *H. zea* resultados semelhantes foram obtidos por RIVERO (1992) e TIRONI (1992), os quais constataram em média 2,26; 2,40 e 2,48 parasitóides por ovo, respectivamente. No entanto, PRATISSOLI & OLIVEIRA (1999) quando ofertaram 40 ovos de *H. zea* por fêmea de *T. pretiosum*, por um período de parasitismo de 24 h, o número de parasitóides gerado por ovo foi de 1,19 a 25°C. Esta diferença provavelmente pode ser atribuída ao maior ou menor número de ovos ofertados à fêmea do parasitóide.

A razão sexual foi maior que 0,5 para todas as espécies e/ou linhagens avaliadas (Tabela 1). Estes valores concordam com o encontrado por TIRONI (1992) que foi de 0,6. Este parâmetro segundo ALMEIDA (1996) deve ser superior 0,5 para possibilitar

que o parasitóide seja criado massalmente para liberações inundativas visando o controle de uma determinada praga. Com base no número de parasitóides por ovo de *H. zea*, e por ter sido coletado em milho e estar adaptada às condições de campo selecionou-se *T. pretiosum* (linhagem 1) para dar continuidade aos estudos em casa de vegetação e campo visando o controle biológico de *H. zea*.

Potencial de parasitismo e estimativa de sobrevivência da linhagem *T. pretiosum*. A capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem 1) sobre ovos de *A. kuehniella* foi de 93,70 ovos por fêmea (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por BLEICHER & PARRA (1990) que verificaram um parasitismo de 76 a 102 ovos de *A. kuehniella* por fêmea de *T. pretiosum*. Por outro lado, SÁ & PARRA (1994) com a mesma espécie verificou um parasitismo médio de 51 ovos de *A. kuehniella* por fêmea do parasitóide. Esta diferença pode ser decorrente da linhagem avaliada (menor longevidade) ou metodologia de bioensaio. No hospedeiro natural, *H. zea* o parasitismo médio foi de 82,75 ovos por fêmea do parasitóide (Tabela 2). Valor inferior a este foi encontrado por SÁ & PARRA (1994) quando avaliou a mesma espécie do parasitóide e sobre o mesmo hospedeiro, obtendo um parasitismo médio de 51 ovos por fêmea do parasitóide. Para espécie *T. atopovirilia* a capacidade de parasitismo de ovos de *H. zea* que foi menor que a *T. pretiosum*, sendo verificados 45,2 parasitados por fêmea do parasitóide (REZENDE & CIOCIOLA 1996).

De acordo com PRATISSOLI & OLIVEIRA (1999), as variações encontradas no parasitismo podem estar relacionadas com a técnica de criação utilizada, hospedeiro natural do parasitóide, procedência da linhagem, geração de laboratório, condições de temperatura, umidade relativa, fotoperíodo, hospedeiro alternativo utilizado para a multiplicação das criações de laboratório, entre outros. Outro fator que influencia a capacidade de parasitismo é a quantidade de cairomônio que nem sempre está na concentração necessária para a comunicação dos parasitóides, influenciando além do parasitismo a longevidade e a razão sexual (PRATISSOLI & PARRA 2000).

O período de parasitismo foi de 18 e 21 dias para *A. kuehniella* e *H. zea*, respectivamente (Tabela 2). A maior concentração de parasitismo ocorreu do primeiro ao 9º dia para *A. kuehniella* (80,36%) e do primeiro ao 8º dia para *H. zea* (82,84%). Este resultado corrobora com SÁ & PARRA (1994) que obteve um período de parasitismo de 17 e 19 dias para *A. kuehniella* e *H. zea*, respectivamente, com uma concentração de parasitismo nos três primeiros dias (parasitismo > 70%) de ambos os hospedeiros. Segundo HASSAN & GUO (1991), esse comportamento pode estar relacionado com a procedência das linhagens avaliadas, sejam elas de laboratório ou coletadas a campo.

A longevidade foi semelhante em ambos os hospedeiros avaliados (Tabela 3). Resultado semelhante foi verificado por STEIN & PARRA

Tabela 1. Duração média do período ovo - adulto, viabilidade média, razão sexual, proporção sexual e parasitóides por ovo (\pm EP) de *T. pretiosum* (linhagem 1) e *T. atopovirilia* (linhagens 2 e 3) em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*. Temperatura 25 \pm 1°C; umidade relativa 70 \pm 10% e fotofase de 14 h.

Hospedeiro	Parasitóide	Duração (ovo-adulto) (dias)		Viabilidade (%)	Razão sexual	Proporção $\text{f}\text{:m}$	Parasitóides por ovo
		Fêmeas	Machos				
<i>A. kuehniella</i>	<i>T. pretiosum</i> (linhagem 1)	8,33 \pm 0,03 a	8,30 \pm 0,04 a	92,60 \pm 2,16 a	0,63 \pm 0,05 a	2,65:1	1,20 \pm 0,41a
<i>A. kuehniella</i>	<i>T. atopovirilia</i> (linhagem 2)	8,25 \pm 0,04 a	8,27 \pm 0,04 a	97,04 \pm 0,97 a	0,70 \pm 0,02 a	2,87:1	1,10 \pm 0,39 a
<i>A. kuehniella</i>	<i>T. atopovirilia</i> (linhagem 3)	8,17 \pm 0,03 a	8,15 \pm 0,03 a	92,72 \pm 2,92 a	0,65 \pm 0,03 a	1,91:1	1,19 \pm 0,19 a
<i>H. zea</i>	<i>T. pretiosum</i> (linhagem 1)	8,23 \pm 0,04 a	8,23 \pm 0,05 a	91,57 \pm 1,34 a	0,65 \pm 0,08 a	3,56:1	2,67 \pm 0,09 b
<i>H. zea</i>	<i>T. atopovirilia</i> (linhagem 2)	8,23 \pm 0,04 a	8,26 \pm 0,04 a	92,31 \pm 1,98 a	0,68 \pm 0,02 a	2,58:1	2,42 \pm 0,07 ab
<i>H. zea</i>	<i>T. atopovirilia</i> (linhagem 3)	8,36 \pm 0,05 a	8,24 \pm 0,05 a	92,31 \pm 1,29 a	0,68 \pm 0,02 a	2,51:1	2,22 \pm 0,08 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 2. Parasitismo médio diário e porcentagem acumulada de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem 1) sobre ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*. Temperatura de 25 ± 1°C; umidade relativa 60 ± 10%; fotofase de 14 h.

Dia	<i>A. kuehniella</i>		<i>H. zea</i>	
	Parasitismo médio diário (ovos/fêmea)	Parasitismo total acumulado (%)	Parasitismo médio diário (ovos/fêmea)	Parasitismo total acumulado (%)
01	19,50	20,81	12,40	14,98
02	9,91	31,43	9,55	26,53
03	8,05	40,02	10,50	39,21
04	8,15	48,72	7,05	47,73
05	6,95	56,14	7,80	57,16
06	7,90	64,57	7,45	66,16
07	6,10	71,08	7,56	74,38
08	5,55	77,00	7,78	82,84
09	3,15	80,36	3,44	86,59
10	2,70	83,24	5,67	89,67
11	4,50	88,05	7,14	92,69
12	2,05	90,23	2,71	93,84
13	2,95	93,38	2,14	94,74
14	1,90	95,41	5,43	97,04
15	1,50	97,01	2,80	97,89
16	1,05	98,13	2,40	98,61
17	0,40	98,56	5,67	99,64
18	0,90	99,52	3,00	100,00
19	0,20	99,73	0,00	-
20	0,15	99,89	-	-
21	0,10	100,00	-	-
22	0,00	-	-	-
Total	93,70 ± 0,99		82,75 ± 0,85	

Tabela 3. Mortalidade diária (%) e longevidade média (dias) de *T. pretiosum* (linhagem 1) sobre ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*. Temperatura de 25 ± 1°C; umidade relativa 60 ± 10%; fotofase de 14 h.

Idade das fêmeas (dias)	Mortalidade (%)	
	<i>A. kuehniella</i>	<i>H. zea</i>
01	0,0	0,0
02	0,0	0,0
03	0,0	0,0
04	0,0	0,0
05	5,0	0,0
06	15,0	0,0
07	20,0	0,0
08	25,0	10,0
09	25,0	10,0
10	35,0	10,0
11	35,0	55,0
12	50,0	65,0
13	55,0	65,0
14	60,0	65,0
15	70,0	65,0
16	75,0	75,0
17	75,0	75,0
18	85,0	85,0
19	90,0	90,0
20	95,0	95,0
21	95,0	95,0
22	95,0	95,0
23	100,0	100,0
Longevidade	11,95 ± 7,52	11,45 ± 7,89

Tabela 4. Porcentagem de parasitismo de ovos de *H. zea* sob número crescente de *T. pretiosum* (linhagem 1) liberados em plantas de milho em fase de embonecamento mantidas em gaiolas em casa de vegetação.

Nº parasitóides liberados	Nº ovos <i>H. zea</i>	Nº parasitóides liberados/ovo de <i>H. zea</i>	Parasitismo (%)
160	60	2,67	40,33 ± 4,80 b
320	60	5,33	76,00 ± 1,91 a
640	60	10,67	86,33 ± 6,38 a
1280	60	21,33	86,00 ± 4,31 a
2560	60	42,67	87,00 ± 2,60 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(1987) com *T. pretiosum* criado em ovos de *A. kuehniella*, os quais constataram uma longevidade média de 12 dias a 25°C. Porém, SÁ & PARRA (1994) obtiveram uma longevidade superior para *T. pretiosum* criado em *A. kuehniella* e *H. zea*, atingindo 17,42 e 14,25 dias, respectivamente.

Determinação do número ideal de *T. pretiosum* a ser liberado por ovo de *H. zea*. O percentual de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem 1) em ovos de *H. zea* teve um aumento crescente quando liberados 2,67 a 10,67 parasitóides por ovo, porém não houve diferença estatística a partir da proporção de 5,33 parasitóides por ovo de *H. zea*, sendo que a partir dessa densidade houve estabilização do parasitismo (Tabela 4). No entanto, embora não diferindo estatisticamente da proporção de 5,33 parasitóides por ovo de *H. zea* a densidade de 10,67 parasitóides por ovo foi a melhor proporção. Resultado semelhante foi encontrado por SÁ & PARRA (1994) que seguindo a mesma metodologia observou um crescente aumento de parasitismo até a proporção de 10,67 parasitóides por ovo de *H. zea*, ocorrendo a partir desse valor, uma estabilização no parasitismo, porém não diferindo da proporção de 5,33 parasitóides por ovo de *H. zea*.

Entretanto, esta metodologia apresenta certas limitações, pois a concentração de ovos utilizada em teste de casa de vegetação equivaliu a 240 ovos/m² enquanto que o teste de dispersão a campo com infestação artificial é realizado com uma densidade de 6,11 ovos/m². Segundo SÁ & PARRA (1994), o número de ovos de *H. zea* presentes no campo pode ser variável em função da densidade populacional e concentração da praga, onde também existe uma relação adequada de parasitóide por ovo. Esse número varia de acordo com a espécie do parasitóide envolvida e do hospedeiro. Para *T. pretiosum*, essa relação é de 10:1 por um período de 24 h em ovos de *A. kuehniella* em condições de laboratório. Segundo LOPES & PARRA (1991), a densidade de ovos podem afetar o parasitismo pela concentração excessiva ou não de cairomônios. Com base neste estudo conclui-se que em casa de vegetação a quantia de 5,33 parasitóides de *T. pretiosum* por ovo de *H. zea* estabiliza o parasitismo.

Intervalo e número de parasitóides a ser liberado em milho para o controle de *H. zea*. Nas liberações de *T. pretiosum* com espaçamento de quatro dias, ocorreu um acréscimo no percentual de espigas atacadas na avaliação final, proporcional ao aumento do número de parasitóides liberados

(Tabela 5). Essa relação inversa foi em função das liberações dos parasitóides não coincidirem com o período suscetível da cultura do milho à oviposição de *H. zea* devido à falta de uniformidade da lavoura que teve início de emissão de estilos-estigma na ordem dos tratamentos do maior para o menor número de parasitóide liberados, bem como, devido a problemas de logística na entrega dos parasitóides para liberação a campo. Logo, a maior eficiência de controle ocorreu no tratamento onde foram liberados 100 mil parasitóides por hectare em quatro épocas, em função de a primeira liberação ter coincidido com o início da oviposição da praga. Nas liberações de 100 mil parasitóides por hectare observou-se uma redução de ≈ 50% no número de espigas atacadas por *H. zea*, sendo significativamente mais eficiente que o controle químico, demonstrando que o uso desse parasitóide é viável para controle de *H. zea* em campos de produção de milho semente. Similarmente a este estudo, a quantia de 100 mil parasitóides por hectare em liberações semanais demonstrou alta eficiência de parasitismo em testes a campo para controle de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em pequenas áreas de cultivo de algodão (ALMEIDA 2001).

De modo similar a este estudo, SÁ & PARRA (1994) observaram um incremento de até cinco vezes no parasitismo de ovos de *H. zea* por *T. pretiosum* quando foram realizadas três liberações de 100 mil parasitóides por hectare, reduzindo em 26% o dano nas espigas, quando as liberações foram realizadas no início da infestação de *H. zea*. Segundo PRATISSOLI (1999), para se obter um bom resultado em programas de controle biológico aplicado, é necessário que as liberações se iniciem quando houver baixa densidade populacional da praga, sendo que para isso existe a necessidade de um eficiente sistema de monitoramento das infestações.

Não houve diferença significativa no número de espigas infestadas nos tratamentos com aplicação de inseticida; 800 mil parasitóides e testemunha (Tabela 5). O controle químico apresenta restrições em relação à tecnologia de aplicação, pois além da dificuldade de atingir o alvo (estilos-estigma), a lagarta após penetrar no interior da espiga fica protegida dos inseticidas, reduzindo a eficiência de controle. Este problema também foi relatado por SÁ & PARRA (1994) e MATRANGOLO *et al.* (1998), pois *H. zea* é uma praga que ocorre no final do ciclo da cultura e tem o seu controle dificultado por se abrigar no interior da espiga.

Tabela 5. Porcentagem de espigas atacadas por *H. zea* em lavoura de milho semente após estilo-estigmas secos.

Tratamento	Espigas com dano de <i>H. zea</i> após os estilo-estigmas secos (%)
Testemunha	99,50 ± 0,31 a
Aplicação de inseticida	97,50 ± 0,97 a
800 mil parasitóides por hectare	91,50 ± 0,47 a
400 mil parasitóides por hectare	70,45 ± 0,76 b
200 mil parasitóides por hectare	57,00 ± 1,55 b
100 mil parasitóides por hectare	42,50 ± 0,92 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste estudo, apesar de não ter sido possível confirmar claramente a eficiência de *T. pretiosum* (linhagem 1) para controle de *H. zea* em milho semente na região Noroeste do Rio Grande do Sul, houve maior eficiência de controle quando da liberação de 100 mil parasitóides por hectare em quatro épocas distintas, reduzindo significativamente os danos de *H. zea* a espigas de milho. Entretanto, acreditamos que as liberações com maior número de parasitóides devem aumentar a eficiência de controle de *H. zea* por *T. pretiosum*. Com base, neste estudo fica evidente que o parasitóide *T. pretiosum* (linhagem 1) tem grande potencial para um eficiente controle de *H. zea* em milho semente.

REFERÊNCIAS

- Almeida, R.P., 1996. Biotecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp. através do hospedeiro alternativo *Sitotroga cerealella*. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 36p. (Circular Técnica, 19).
- Almeida, R.P., 2001. Cotton insect pest control on a small farm: an approach of successful biological control using *Trichogramma*. Proceedings Experimental and Applied Entomology, 12: 81-84.
- Bartlett, M.S., 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London, 160: 268-282.
- Berti, J. & R. Marcano, 1997. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo, reproducción y longevidad de una raza uniparental de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Boletín Entomológico Venezuela, 12: 7-15.
- Bleicher, E. & J.R.P. Parra, 1990. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Determinação das exigências térmicas de três populações. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25: 209-215.
- Cruz, I., J.M. Waquil, J.P. Santos, A.P. Viana & O.L. Salgado, 1983. Pragas da cultura do milho em condições de campo. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS (Circular Técnica, 10), 75p.
- Cruz, C.D., 2001. Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Editora UFV, 648p.
- Hassan, S.A., 1997. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico, p.183-205. In: Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (Eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- 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* Hu. (Lep.: Pyralidae). Journal of Applied Entomology, 11: 335-341.
- Lopes, J.R.S. & J.R.P. Parra, 1991. Efeito da idade de ovos do hospedeiro natural e alternativo no desenvolvimento e parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*. Revista de Agricultura, 66: 221-244.
- Matrangola, W.J.R., I. Cruz & T.M.C. Della Lucia, 1998. Densidade populacional de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases de ovo, larva e adulto em milho. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 21-28.
- Navarro, R. & R. Marcano, 1997. Efecto da temperatura sobre las características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. caiaposi* (Brun, Moraes y Soares). Agronomía Tropical, 47: 287-297.
- Pratissoli, D. & H.N. Oliveira, 1999. Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34: 891-896.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra, 2000. Desenvolvimento e exigência térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35: 1281-1287.
- 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.
- Rivero, R.C., 1992. Biología e exigencias térmicas de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e do seu parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. 54p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Sá, L.A.N. & J.R.P. Parra, 1994. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. Journal Applied Entomology, 118: 38-43.
- Silva, A.G.D.A., C.R. Gonçalves, D.M. Galvão, A.J.L. Gonçalves, J. Gomes, M.N. Silva & L. Simoni, 1968. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores. Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1º. Tomo, Parte II, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 622p.
- Stein, C. & J.R.P. Parra, 1987. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 6: 163-171.
- Tironi, P., 1992. Aspectos biológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Planter, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), como agentes de controle biológico de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae) em milho. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Minas Gerais, Lavras. 74p.
- Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro, 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p.67-119. In: Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (Eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Recebido em: 10/07/2011

Aceito em: 08/10/2011

Como citar este artigo:

Foresti, J., M.S. Garcia, O. Bernardi, M. Zart & A.M. Nunes, 2012. Biologia, Seleção e Avaliação de Linhagens de *Trichogramma* spp. para o Controle da Lagarta-da-Espiga em Milho Semente. EntomoBrasilis, 5(1): 43-48.

Acessível em: <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/168>

