**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley,
1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de
Helicoverpa armigera Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em
soja**

Fernanda Polastre Pereira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2016**

Fernanda Polastre Pereira
Bióloga

**Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de *Helicoverpa armigera*
Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Pereira, Fernanda Polastre

Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809
(Lepidoptera: Noctuidae) em soja / Fernanda Polastre Pereira. - - Piracicaba, 2016.
96 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Controle biológico 2. Soja 3. Manejo integrado de pragas I. Título

CDD 633.34
P434b

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais e avós pelo amor e apoio durante esta trajetória.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e avós pelo apoio dado e amor durante toda essa caminhada;

Ao meu noivo Luis pelo apoio, amor e carinho e que sempre esteve presente em todos os momentos e ser o meu pilar durante essa trajetória;

Ao meu orientador Prof. José Roberto Postali Parra pelos ensinamentos e excelente orientação durante todo esse período;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP, especialmente a Andréa e Carol que sempre estiveram dispostas a me ajudar quando eu levava dúvidas;

À CAPES pela disponibilização da bolsa de estudos;

À todos os meus amigos da pós-graduação pelos bons momentos durante as disciplinas;

À todos os integrantes do Laboratório de Biologia de Insetos, Jaci, Aline B., Aline R., Neide, Carol, Cristina, Aloísio, Luan, Karina, Lucas C., Johanna, Marisol, Guilherme, Leandro, pelo convívio, risadas e ajuda durante esses dois anos;

À Neide por toda ajuda com a criação dos insetos durante todo o mestrado;

Ao Alexandre Diniz e Laís Dal Pogetto que sempre estiveram presentes em todas as etapas do meu projeto e da minha trajetória durante o mestrado, pelos ensinamentos e alegria de nossos almoços;

Às minhas amigas Bianca, Mariana, Dayana, Taciana pelas inúmeras risadas e momentos que passamos juntas;

Às minhas nenas Gabriela, Natália, Amanda e Rafaela que sempre estiveram ao meu lado, pelo apoio e amizade.

Posso ter defeitos, viver ansioso e ficar irritado algumas vezes,
Mas não esqueço de que minha vida
É a maior empresa do mundo...
E que posso evitar que ela vá à falência.
Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver
Apesar de todos os desafios, incompreensões e períodos de crise.
Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas e
Se tornar um autor da própria história...
É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar
Um oásis no recôndito da sua alma...
É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.
Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.
É saber falar de si mesmo.
É ter coragem para ouvir um "Não"!!!
É ter segurança para receber uma crítica,
Mesmo que injusta...

Pedras no caminho?
Guardo todas, um dia vou construir um castelo...

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS	19
1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 <i>Helicoverpa armigera</i> Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae)	27
2.1.1 Distribuição geográfica e hospedeiros	27
2.1.2 Bioecologia e comportamento	28
2.1.3 Danos e importância econômica	30
2.1.4 Controle	31
2.1.4.1 Controle cultural	31
2.1.4.2 Controle químico	32
2.1.4.3 Controle biológico.....	33
2.2 <i>Trichogramma</i> spp.....	34
2.2.1 Biologia de espécies de <i>Trichogramma</i>	35
2.2.2 Seleção de linhagens	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 Criação dos insetos	41
3.1.1 <i>Helicoverpa armigera</i> Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) e <i>Chrysodeixis</i> <i>includens</i> Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae)	41
3.1.2 <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> De Santis, 1972 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	42
3.2 Local de oviposição de <i>H. armigera</i> em soja [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill]	43
3.3 Determinação da idade ideal de machos e fêmeas de <i>H. armigera</i> para obtenção de ovos em laboratório	44
3.4 Seleção de linhagens de <i>T. pretiosum</i> e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> visando ao controle de <i>H. armigera</i>	45
3.5 Determinação do número ideal de parasitoides de <i>T. pretiosum</i> linhagem RV por ovo de <i>H. armigera</i>	47

3.6 Capacidade de parasitismo de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>H. armigera</i> e <i>C. includens</i>	49
3.7 Análises estatísticas.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Local de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill]	53
4.2 Determinação da idade ideal de machos e fêmeas de <i>H. armigera</i> para obtenção de ovos em laboratório	65
4.3 Seleção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> De Santis, 1972 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de <i>H. armigera</i>	68
4.4 Determinação do número ideal de parasitoides de <i>T. pretiosum</i> linhagem RV por ovo de <i>H. armigera</i>	74
4.5 Capacidade de parasitismo de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>H. armigera</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae).....	76
5 CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS	83

RESUMO

Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja

A espécie *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) vem atacando diversas culturas de importância econômica, e os prejuízos estimados nas safras de 2012/2013 no Brasil, foram de aproximadamente, 2 bilhões de reais. Com o uso intensivo de inseticidas sintéticos para controlar *H. armigera*, esta praga mostrou alta resistência em resposta a esses inseticidas. Visando diminuir o uso indiscriminado de inseticidas, uma alternativa à utilização de inseticidas sintéticos para o controle de pragas é o uso de parasitoides do gênero *Trichogramma*. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi determinar os locais de oviposição de *H. armigera*, otimização da criação de *H. armigera* em laboratório, selecionar a linhagem mais adequada de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *H. armigera* na cultura de soja, determinação do número de parasitoides a ser liberado por ovo da praga para se atingir o máximo de parasitismo, e capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* e de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae). A preferência de oviposição de *H. armigera* em plantas de soja foi pela parte superior das plantas e em folhas, em todos os estádios fenológicos observados. Os resultados, obtidos por meio dos experimentos para ajustar a criação de *H. armigera* em laboratório, apontaram que a cópula de casais emergidos no mesmo dia levaram a um aumento na produção de ovos por dia. Por meio da seleção de espécies/linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* constatou-se que *T. pretiosum*, linhagem coletada em Rio Verde, GO (RV) e Sorriso, MT (SO) apresentaram melhor desempenho biológico. Em condições de semi-campo, determinou-se que o maior parasitismo foi obtido com uma proporção de 3,2 parasitoides por ovo da praga. Em um processo competitivo entre 2 espécies de lepidópteros em soja, *T. pretiosum* tem preferência por *H. armigera* em relação a *C. includens*.

Palavras-chave: Controle biológico; Soja; Manejo integrado de pragas

ABSTRACT

Biological bases for the use of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in controlling *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean

The cotton bollworm *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) attacks several economically important crop plants. In Brazil, the estimated damage to the 2012-2013 harvest was about 2 billion reais (currently equivalent to 600 million US dollars). In response to the intensive use of synthetic insecticides to control *H. armigera*, the pest developed a high degree of resistance. In order to reduce the indiscriminate use of insecticides, one alternative is to use parasitoid wasps of the genus *Trichogramma*. The present study had the objective of determining the oviposition sites of *H. armigera*, optimizing its rearing in the laboratory, selecting the most appropriate strain of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to control *H. armigera* on a soybean crop, determining the number of parasitoids to be released per egg of the pest in order to attain the maximum parasitism, and the capacity of *T. pretiosum* to parasitize eggs of *H. armigera* and *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae). On soybean plants, *H. armigera* prefers to oviposit on leaves on the superior part of the plants, in all the phenological stages observed. The results of the experiments to adjust the procedures for rearing *H. armigera* in the laboratory indicated that copulation of couples that had emerged on the same day led to an increase in daily egg production. Selection of species and strains of *Trichogramma* and Trichogrammatoidea established that *T. pretiosum* strains from specimens collected in Rio Verde, Goiás (RV) and Sorriso, Mato Grosso (SO) showed better biological performance than others. In semi-field conditions, the highest parasitism was obtained with a proportion of 3.2 parasitoids per pest egg. In a trial comparing its preference for two species of lepidopterans on soybean, *T. pretiosum* preferred *H. armigera* to *C. includens*.

Keywords: Biological control; Soybean; Integrated pest management

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Gaiolas de metal cobertas com tecido “voile” posicionadas sobre as plantas de soja para avaliação da oviposição de *Helicoverpa armigera* nos estádios V2 (A); V4 (B); R2 (C). Forma de liberação de casais de *Helicoverpa armigera* utilizando tubos de PVC (D).....44
- Figura 2 - Gaiolas dispostas no delineamento experimental para determinação da idade ideal de machos e fêmeas de *Helicoverpa armigera* para obtenção de ovos em laboratório. Temp.: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; 14h.....45
- Figura 3 - Plantas contendo ovos de *Helicoverpa armigera* cobertas por “poliéster 120 fios”, em casa de vegetação.....49
- Figura 4 - Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas diferentes estruturas das plantas, no estádio V2. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem à comparação da altura (inferior, média e superior), onde se deu a oviposição na planta, em gaiolas no campo em Piracicaba, SP.....54
- Figura 5 - Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas duas faces das folhas, no estádio V2, em gaiolas no campo em Piracicaba, SP. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald).....55
- Figura 6 - Número médio de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja no estádio V4. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior) e letras maiúsculas correspondem às estruturas da planta (folhas, talo e brotações) em gaiolas no campo em

	Piracicaba, SP.....	56
Figura 7 -	Média de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> encontrados em plantas de soja nas duas faces das folhas, no estágio V4. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald), em gaiolas no campo em Piracicaba, SP	57
Figura 8 -	Média de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> encontrados em plantas de soja nas diferentes estruturas das plantas, no estágio R2. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem à comparação da altura (inferior, média, superior), onde se deu a oviposição na planta, letras maiúsculas comparam a face das folhas (adaxial e abaxial), em gaiolas no campo em Piracicaba, SP.....	59
Figura 9 -	Número médio de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> encontrados em plantas de soja no estágio R5. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem à comparação da altura (inferior, média e superior) e letras maiúsculas correspondem às faces da folha (adaxial e abaxial), em gaiolas no campo em Piracicaba, SP.....	62
Figura 10 -	Média de ovos diários e período de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nos diferentes tratamentos. F1 e M1 referem-se a fêmeas e machos emergidos no mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 referem-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia. (F1 = fêmea do 1º dia e F2 = fêmea do 2º dia; M1 = macho do 1º dia e M2 = macho do 2º dia). Temp.: 25±10C; UR: 70±10%; fotofase: 14h.....	66
Figura 11 -	Viabilidade diária de ovos e período de eclosão de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> . F1 e M1 referem-se a fêmeas e machos	

emergidos do mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 referem-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia. (F1 = fêmea do 1º dia e F2 = fêmea do 2º dia; M1 = macho do 1º dia e M2 = macho do 2º dia). Temp.: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.....67

Figura 12 - Número de ovos viáveis e não viáveis nos três tratamentos de diferentes idades de machos e fêmeas para *Helicoverpa armigera*. Número de ovos seguidos da mesma letra não diferem entre si. Letras minúsculas correspondem a comparação dos ovos viáveis e letras maiúsculas correspondem a comparação dos ovos não viáveis nos tratamentos. F1 e M1 referem-se a fêmeas e machos emergidos do mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 referem-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia. Temp.: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.....68

Figura 13 - Dendograma resultante da análise de agrupamento realizada com base nos parâmetros biológicos avaliados (duração do período ovo-adulto, longevidade das fêmeas, viabilidade de parasitismo, parasitismo total e diário, número de adultos emergidos por ovo e razão sexual) comparativo de 6 espécies/linhagens de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata*, criadas sobre ovos de *Helicoverpa armigera*. Linhagens RV, SO, PR, 47A, AN de *Trichogramma pretiosum*; e TR, linhagem de *Trichogrammatoidea annulata*.....74

Figura 14 - Parasitismo total de *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades populacionais sobre ovos de *Helicoverpa armigera* em plantas de soja. Barras seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....76

Figura 15 - Diferenças na coloração e no tamanho dos ovos de *Helicoverpa armigera* (A) e *Chrysodeixis includens* (B) em soja.....78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> utilizadas na seleção de espécies/linhagens para o controle de <i>Helicoverpa armigera</i>	46
Tabela 2 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> em diferentes alturas da soja no estágio fenológico V2, em gaiolas no campo.....	53
Tabela 3 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nas faces das folhas de soja no estágio fenológico V2, em gaiolas no campo.....	54
Tabela 4 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> em diferentes alturas e estruturas da soja no estágio fenológico V4, em gaiolas no campo.....	56
Tabela 5 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nas faces das folhas de soja no estágio fenológico V4, em gaiolas no campo.....	57
Tabela 6 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> em diferentes alturas da soja no estágio fenológico R2, em gaiolas no campo.....	58
Tabela 7 -	Média de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> encontrados nas diferentes estruturas das plantas de soja no estágio R2, em	

	gaiolas no campo.....	60
Tabela 8 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nas faces das folhas de soja no estágio fenológico R2, em gaiolas no campo.....	60
Tabela 9 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> em diferentes alturas e estruturas da soja no estágio fenológico R5, em gaiolas no campo.....	61
Tabela 10 -	Média de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> encontrados nas diferentes estruturas das plantas de soja no estágio R5, em gaiola no campo.....	63
Tabela 11 -	Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nas faces das folhas de soja no estágio fenológico R5, em gaiolas no campo.....	64
Tabela 12 -	Médias ($\pm$ EPM) referentes ao parasitismo total e diário e viabilidade do parasitismo de <i>Trichogramma pretiosum</i> e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> , em ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> utilizados no processo de seleção espécies/linhagens para o controle de <i>Helicoverpa armigera</i> . Temp.: 25 $\pm$ 1C; UR: 70 $\pm$ 10%; fotofase: 14h.....	71
Tabela 13 -	Médias ($\pm$ EPM) referentes a duração ovo-adulto (dias) e número de adultos de <i>Trichogramma pretiosum</i> e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> emergidos por ovo de <i>Helicoverpa armigera</i> utilizados na seleção espécies/linhagens para o controle de <i>Helicoverpa armigera</i> . Temp.: 25 $\pm$ 1oC; UR:	

70±10%; fotofase: 14h.....72

- Tabela 14 - Médias ($\pm$ EPM) referentes a longevidade e razão sexual de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata*, em ovos de *Helicoverpa armigera* utilizados na seleção espécies/linhagens para o controle de *Helicoverpa armigera*. Temp.: 25±1oC; UR: 70±10%; fotofase: 14h.....73
- Tabela 15 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para média de ovos parasitados de *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* por *Trichogramma pretiosum* sem chance de escolha, Temp.: 25°±1C; UR: 70±10%; fotofase: 14h.....77
- Tabela 16 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para média de ovos parasitados de *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* por *Trichogramma pretiosum* sem chance de escolha, Temp.: 25°±1C; UR: 70±10%; fotofase: 14h.....77

1 INTRODUÇÃO

A soja, [*Glycine max* (L.) Merrill] é um dos principais produtos de exportação do Brasil com uma produção de 95,70 milhões de toneladas na safra 2014/15 e com estimativa de 99,80 milhões de toneladas para a safra 2015/2016 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2016).

Nas principais regiões produtoras brasileiras, algumas lagartas vêm causando danos expressivos à cultura. Entre elas, incluem-se a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) e várias espécies do gênero *Spodoptera* como lagarta-das-vagens, *S. eridania* (Cramer, 1782), lagarta-do-cartucho-do-milho, *S. frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e *S. cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (MOSCARDI et al., 2012). Além disto, recentemente com o registro de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil, esta praga vem ganhando destaque devido aos elevados prejuízos à produção de soja (CZEPAK et al., 2013a), como já registrada em várias partes do mundo, devido ao fato de atacar mais de 172 espécies de plantas dentro de 68 famílias diferentes (ZALUCKI et al., 1986; FITT, 1989; SINGH et al., 2002; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014). A espécie *H. armigera* vem atacando diversas culturas de importância econômica, e os prejuízos estimados nas safras de 2012/2013 no Brasil, foram de aproximadamente, 2 bilhões de reais. Foram relatados prejuízos estimados em torno de R\$140,00/ha para a safra 2012/13 em soja (CALDAS, 2013; CZEPAK et al., 2013b).

Com o uso intensivo de inseticidas sintéticos para controlar *H. armigera*, esta praga mostrou alta resistência em resposta a esses inseticidas. Esta ampla utilização de agroquímicos é de preocupação ambiental e além do problema de resistência, os efeitos deletérios de inseticidas sobre organismos não-alvo, incluindo os inimigos naturais, estão entre as principais causas de surtos dessas pragas. Por isso, é necessário desenvolver uma nova estratégia para manter a população de *H. armigera* em níveis mais baixos, reduzindo o risco dos produtos químicos sintéticos (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

Visando diminuir o uso indiscriminado de inseticidas que prejudicam, tanto o meio-ambiente quanto a saúde humana, uma filosofia que vem ganhando destaque no controle de pragas, é o Manejo Integrado de Pragas (MIP) (KOGAN, 1998;

NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003; GALLO et al., 2002), no qual são consideradas medidas que visam manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, levando-se em conta critérios econômicos, ecológicos e sociais.

Dentro do MIP, o controle biológico vem sendo utilizado em grande escala e consiste no fenômeno no qual as populações se auto-regulam, sem a necessidade do uso de agroquímicos, sendo a população da praga mantida abaixo do nível de dano econômico por ação dos seus inimigos naturais (PARRA, 2006).

Dentro dos programas de controle biológico, os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) têm tido grande destaque e sido utilizados, devido à facilidade de sua criação em hospedeiros alternativos (PARRA, 1997; HAJI et al., 1998) além de sua agressividade no parasitismo de ovos de insetos-praga (BOTELHO, 1997).

Uma das vantagens de se utilizar parasitoides de ovos no controle biológico, ao invés dos de outras fases de desenvolvimento, é a de não causar nenhum dano a cultura. Além disso os parasitoides podem ser criados massalmente com maior facilidade (HASSAN, 1997).

No Brasil, Parra e Zucchi (2004) relataram que até o ano de 2004 já se conheciam resultados conclusivos sobre a eficiência desses parasitoides no manejo de insetos considerados pragas-chave nas culturas da cana-de-açúcar, algodoeiro, grãos armazenados, hortaliças, soja, milho e tomate, sendo a espécie *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, aquela com maior gama de hospedeiros.

Para que o programa de controle biológico seja efetivo, o sucesso das liberações de *Trichogramma* depende basicamente do conhecimento das características bioecológicas do parasitoide e da sua interação com o hospedeiro alvo, assim como do conhecimento do número de *Trichogramma* a ser liberado, da densidade da praga, linhagem do parasitoide utilizada, época e número de liberações, método de liberação, relação com a fenologia da planta, densidade de outros inimigos naturais presentes no agroecossistema e das condições climáticas locais, assim como o conhecimento do comportamento dos parasitoides frente aos diversos hospedeiros que poderão encontrar depois de liberados no campo e qual a possibilidade de utilização conjunta de diferentes espécies de parasitoides, principalmente ao considerarmos culturas como a soja, onde existe um grande número de espécies-pragas, as quais cada espécie de parasitoide terá maior ou menor eficiência em relação a cada uma delas (PARRA et al., 2002).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a base para a utilização de *T. pretiosum* no controle de *H. armigera* em soja com o estudo dos seguintes aspectos:

- Determinar os locais de oviposição de *H. armigera*;
- Otimização da postura de *H. armigera* em laboratório com base nas idades dos adultos;
- Selecionar a linhagem mais adequada de *T. pretiosum* para o controle de *H. armigera* na cultura de soja, dentre as linhagens da coleção do Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”;
- Determinação do número de parasitoides a ser liberado por ovo da praga para se atingir o maior parasitismo;
- Capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* e *C. includens*, duas das mais frequentes lagartas da soja nos últimos anos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae)

2.1.1 Distribuição geográfica e hospedeiros

H. armigera é considerada uma praga de grande importância, pois está presente no mundo todo, sendo registrada na Europa, Ásia, África e Oceania (FITT, 1989; ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997). Nas Américas, essa praga somente foi detectada em 2013, quando sua ocorrência foi registrada em várias regiões agrícolas do Brasil (CZEPAK et al., 2013a).

Essa espécie é extremamente polífaga, está presente em diversas culturas de importância agrícola, entre elas, algodoeiro, leguminosas, sorgo, milho, tomateiro, plantas ornamentais e frutíferas. (REED, 1965; FITT, 1989). As lagartas dessa espécie têm sido registradas se alimentando de mais de 175 espécies de plantas, envolvendo cerca de 65 famílias diferentes, entre elas, Ateraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (REED; POWAR, 1982; PAWAR et al., 1986; FITT, 1989; POGUE, 2004; ALI; CHOUDHURY, 2009; ZALUCKI et al., 1986; SINGH et al., 2002; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

Desde a expansão da soja na agricultura brasileira no final da década de 70, um complexo de insetos e ácaros tem contribuído para as significativas perdas de produtividade. Mais especificamente, o intenso cultivo de soja, milho e algodoeiro, é afetado por várias pragas, incluindo a espécie *H. armigera*. O controle dessa praga é complicado devido à grande diversidade de hospedeiros, incluindo as áreas não monitoradas de plantas não cultivadas que servem como refúgio do controle químico e fontes de recolonização. No Brasil, as lagartas de *H. armigera* estão presentes em muitas culturas de importância econômica, tais como algodoeiro, soja, milho, tomateiro, feijoeiro, sorgo, milheto, guandu, trigo e crotalária, e também em algumas espécies de plantas daninhas (TAY et al., 2013).

Devido ao fato dessa espécie ser polífaga, além das plantas hospedeiras preferenciais nas quais as fêmeas, normalmente, realizam as posturas, elas utilizam outros hospedeiros alternativos presentes nas proximidades das lavouras e esses assumem papel decisivo na sobrevivência e dinâmica estacional da praga, uma vez

que dão suporte à manutenção de suas populações em determinada região (FITT, 1989).

Pedgley (1985) observou que *H. armigera* apresenta uma grande capacidade de dispersão, em condições de campo, podendo migrar em até 1000 km de distância. Associado a isso, esta espécie também apresenta grande chance de sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis, tais como excesso de calor, frio ou seca, sendo possível ter várias gerações ao longo do ano, uma vez que o ciclo de ovo a adulto pode ser completado dentro de quatro a cinco semanas (FITT, 1989).

2.1.2 Bioecologia e comportamento

H. armigera é um inseto holometabólico. Seus ovos são de coloração branco-amarelada com aspecto brilhante logo após a sua deposição no substrato e no momento próximo à eclosão da lagarta sua coloração muda tornando-se marrom-escuro. A porção apical do ovo é lisa, porém o restante da sua superfície apresenta nervuras longitudinais. O comprimento do ovo pode variar de 0,42 mm a 0,60 mm e a largura de 0,40mm a 0,55 mm sendo o período de incubação, em média, de 3,3 dias, (ALI; CHOUDHURY, 2009). As fêmeas dessa espécie normalmente realizam postura durante a noite, colocando os ovos de forma isolada ou em agrupamentos pequenos preferencialmente na face adaxial das folhas ou sobre os talos, flores, frutos e brotações terminais (MENSAH, 1996).

A fase larval de *H. armigera* apresenta 5 ou 6 ínstar, em que o 6º ínstar pode não existir dependendo de fatores como características genéticas, sexo, temperatura, formas de criação, condições e qualidade de alimento (ARAÚJO, 1990). Os primeiros ínstar larvais, que apresentam coloração variando de branco-amarelada a marrom avermelhada alimentam-se inicialmente das partes mais novas das plantas, onde podem produzir um tipo de teia ou até mesmo formar um pequeno casulo. À medida que as lagartas crescem, adquirem coloração diferente, pois o tipo de alimentação utilizado pela lagarta pode influenciar na sua coloração que vai do amarelo ao verde escuro, apresentando listras de coloração marrom lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça (ALI; CHOUDHURY, 2009). Durante o quarto ínstar, as lagartas apresentam na região dorsal do primeiro segmento abdominal tubérculos

abdominais escuros, os quais estão dispostos na forma de semicírculo, aparentando formato de sela, sendo esta característica determinante para a identificação de lagartas de *H. armigera* (MATTHEWS, 1999). O que diferencia esse inseto das demais espécies de Heliothinae que ocorrem no Brasil é a textura do seu tegumento, que se apresenta com aspecto levemente coriáceo. Outra característica marcante dessa praga é que quando a lagarta de *H. armigera* é tocada apresenta o comportamento de encurvar a cápsula cefálica em direção à região ventral do primeiro par de falsas pernas; provavelmente esse seja um comportamento de defesa dessa espécie (CZEPAK et al., 2013a).

O período pupal de *H. armigera* é variável entre 10 a 14 dias e a pupa apresenta coloração marrom-mogno e superfície arredondada nas partes terminais (ALI; CHOUDHURY, 2009). O desenvolvimento pupal ocorre no solo e, dependendo das condições climáticas, pode entrar em diapausa (KARIM, 2000).

No adulto, observa-se dimorfismo sexual, podendo a fêmea e o macho de *H. armigera* serem distinguidos pela cor e tamanho das asas. Na fêmea, as asas apresentam um tom castanho rosado e uma envergadura aproximada de 40 mm (JAYARAJ, 1982). As asas posteriores são mais claras, apresentando uma borda marrom na sua extremidade apical. As fêmeas apresentam longevidade média de 11,7 dias. Os machos apresentam coloração cinza-esverdeada com uma banda ligeiramente mais escura no terço distal e uma pequena mancha escurecida no centro da asa, em formato de rim, com cerca de 35 mm de envergadura. Os machos apresentam longevidade média de 9,2 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009).

Um dos recursos importantes na seleção do hospedeiro é representado pelas flores que produzem néctar, pois os adultos de *H. armigera* são fortemente atraídos pelo néctar, que também influencia sua capacidade de oviposição (CUNNINGHAM et al., 1999). Outros compostos secundários (semioquímicos) que são produzidos pelas plantas hospedeiras também influenciam o comportamento de colonização de *H. armigera* (FIREMPONG; ZALUCKI, 1991). Cada fêmea, durante o período de oviposição, que é de cerca de 5,3 dias, pode colocar de 2.200 até 3.000 ovos sobre as plantas hospedeiras, o que mostra o elevado potencial reprodutivo desta espécie (NASERI et al., 2011; REED, 1965).

Os noctuídeos adotam duas estratégias para superar a sazonalidade em seus habitats: a redistribuição no espaço através da migração e a diapausa em períodos frios ou secos. A migração é facultativa para os Heliothiinae e eles migram em

resposta às condições inadequadas à reprodução (FITT, 1989).

2.1.3 Danos e importância econômica

É uma das pragas que vem ganhando destaque, pois seus danos às culturas, em termos mundiais, são estimados em mais de US\$ 2 bilhões anualmente, além dos custos ambientais associados ao seu controle (TAY et al., 2013).

Devido aos intensos ataques de *H. armigera*, tem-se relatado perdas em algumas leguminosas da ordem de 28 a 40%, gerando danos econômicos de até 300 milhões de dólares anuais (SRIVASTAVA et al., 2005; NAZRUSSALAM; AHMAD; ALI, 2007). Os prejuízos gerados por essa praga são tão grandes que mesmo em infestações médias, uma única lagarta consegue destruir 30-40 vagens por planta em diversas culturas (SAXENA; MALL; SACHAN, 1998). Na Espanha, *H. armigera* é também considerada espécie devastadora nos cultivos de tomateiro para a indústria (ARNÓ et al., 1999).

As lagartas podem se alimentar tanto de órgãos vegetativos como folhas e hastes das plantas, mas têm preferência pelas estruturas reprodutivas de várias espécies de importância econômica como botões florais, frutos, maçãs, espigas e inflorescências, causando deformações ou podridões nestas estruturas ou até mesmo a queda das mesmas (LAMMERS; MACLEOD, 2007).

Um dos principais fatores que elevam o "status" de importância econômica dessa praga é a sua alta capacidade em causar danos nas partes reprodutivas das culturas, em associação à sua habilidade de atacar grande número de hospedeiros (CUNNINGHAM et al., 1999).

No Brasil, as culturas que mais são afetadas economicamente devido ao ataque dessa praga são algodoeiro, milho, soja, feijoeiro, tomateiro e sorgo. Na safra 2011/2012 foi registrado um grande surto de lagartas de *H. armigera* na região oeste da Bahia, especialmente no algodoeiro, com perdas de até 80% da produção desta cultura. Outras culturas como a soja e o milho, sejam estas transgênicas (Bt) ou não, também foram atacadas por essa praga, ressaltando a sua grande capacidade destruidora. Na safra 2012/2013 foram verificadas novamente incidências de *H. armigera* nos cultivos da Bahia, em especial nas lavouras de soja irrigada, algodoeiro e feijoeiro, exigindo que os agricultores fizessem várias

aplicações de inseticidas para o seu controle (CZEPAK et al., 2013a).

2.1.4 Controle

As táticas de controle usadas atualmente para o combate dessa praga podem ser, armadilhas de feromônio sexual da praga, utilização de variedades resistentes, como Bt, a destruição de restos da cultura, a liberação de inimigos naturais, como, por exemplo *Trichogramma spp.*, que é muito frequente atacando ovos de *H. armigera*, vírus e o uso de inseticidas seletivos, visando à manutenção dos inimigos naturais nas áreas agrícolas, sendo de fundamental importância a rotação dos mecanismos de ação dos produtos, para reduzir a pressão de seleção dos ingredientes ativos, haja vista a facilidade com que a seleção de material resistente pode ocorrer (MCCAFFERY et al., 1986, KING; COLEMAN, 1989, DURAIMURUGAN; REGUPATHY 2005, KUMAR et al., 2009).

2.1.4.1 Controle cultural

O controle cultural consiste na manipulação do ambiente da cultura ou do solo, de maneira a torná-lo desfavorável para a praga que se deseja manejar e tornando-o mais favorável para os seus inimigos naturais (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

H. armigera é uma espécie que apresenta alta capacidade reprodutiva e que se multiplica em diferentes hospedeiros, como na presença de "pontes verdes" durante o período da entressafra de culturas como a soja, o algodoeiro e o milho que favorecem a sobrevivência das lagartas neste período e servem de focos de infestações para os cultivos implantados em sucessão. Neste sentido, uma das técnicas utilizadas como controle cultural é o vazio sanitário, que se constitui numa importante alternativa complementar para o manejo dessa praga. Trata-se de um planejamento na entressafra de um período sem a presença de plantas hospedeiras de *H. armigera*. Este vazio sanitário é realizado entre os meses do ano com menor incidência de cultivos agrícolas em uma determinada região, sendo o período de agosto a outubro o mais adequado para a sua implementação, especialmente para as Regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul do Brasil (AVILA et al., 2013).

Uma nova estratégia de controle cultural de pragas, denominada de "*Push and Pull*", tem sido utilizada para o controle de *H. armigera*, especialmente em cultivos de algodoeiro na Austrália. Esta estratégia de manejo baseia-se na manipulação comportamental da praga através da implementação de técnicas que repelem (Push) ou atraem (Pull) a mesma. Essa manipulação é baseada em estímulos visuais e de compostos voláteis emitidos pelas plantas hospedeiras ou que são pulverizados sobre estas com o objetivo de intensificar ou reduzir a oviposição e/ou alimentação do inseto nas plantas manejadas. O sistema "*push and pull*" é constituído basicamente de duas culturas, sendo uma considerada a cultura principal, a qual se deseja proteger contra a praga, e outra, a cultura armadilha, para onde a praga deverá ser atraída e, posteriormente, controlada (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

2.1.4.2 Controle químico

O controle de *H. armigera* utilizando inseticidas químicos tem sido utilizado nos ambientes agrícolas em que essa praga ocorre, em razão de ser, muitas vezes, uma alternativa de controle de ação rápida, confiável e econômica. Em países como Índia e China, pesquisas apontam que cerca de 50% dos inseticidas utilizados na agricultura desses países são direcionados para o controle de *H. armigera* (BUILDING; ARHABHATA, 2007).

O principal diferencial dessa lagarta comparada com as demais pragas que afetam a agricultura brasileira é a sua resistência a produtos usualmente utilizados no controle de pragas similares. A dose de produtos necessários para controlar efetivamente a praga é muito alta em comparação com outras, o que onera os custos ou torna o controle mais difícil (FROZZA, 2013).

O controle da *Helicoverpa* spp. pode até ser feito com produtos tradicionais que são usados no controle de outras lagartas, mas a dose do produto deve ser muito mais elevada para que proporcione eficiência de controle. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou em abril de 2013 a importação de aplicação de agroquímicos para combater *Helicoverpa* spp. A autorização publicada no Diário Oficial da União libera produtos que tenham como

ingrediente ativo único a substância Benzoato de Emamectina, e sejam registrados em outros países (Portaria 1059/2013; MAPA).

Alguns dos inseticidas sintéticos utilizados atualmente para o controle da praga são indoxacarbe, metoxifenozone, benzoato, novaluron, clorfenapir, imidacloprid, fluvalinato, endosulfan, espinosade, abamectina, deltametrina, cipermetrina, lambda-cialotrina, carbaril, metomil, profenofós, thiodicarb e chlorpirifos (RAFIEE-DASTJERDI et al., 2008; MAHDAVI et al., 2011; BABARIYA et al., 2010; FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

Devido ao uso indiscriminado destes produtos químicos, para minimizar os danos causados por *H. armigera*, têm ocorrido altos níveis de resistência a esses inseticidas convencionais, como piretróides sintéticos, organofosforados e carbamatos (DALY; HOKKANEN; DEACON, 1994; FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

Como estratégia complementar do manejo integrado de *H. armigera* nos sistemas de produção, recomenda-se a utilização de inseticidas em tratamento de sementes visando ao controle de pragas. Associado a isso, utilizam-se produtos seletivos aos inimigos naturais. Essas ações seletivas de manejo permitirão o estabelecimento inicial dos inimigos naturais (predadores e parasitoides) no agroecossistema, proporcionando reflexos positivos nos estádios mais avançados das culturas, em razão da manutenção do equilíbrio biológico (AVILA et al., 2013).

2.1.4.3 Controle biológico

Dentro do manejo integrado de pragas, o componente que vem se destacando é o controle biológico. Os inimigos naturais desempenham um importante papel dentro do MIP para controle da *H. armigera*, em especial nas culturas com pouca importância econômica onde não há necessidade de qualquer intervenção química (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013). Esses autores relataram 36 parasitoides, 23 predadores e 9 patógenos associados às formas imaturas de *H. armigera*, sendo constatados níveis de controle biológico natural por estes inimigos naturais variando de 5% a 76%, dependendo da cultura e do estágio de desenvolvimento da praga.

Um produto biológico que vem ganhando destaque em vários países da

Europa e Ásia para controle dessa praga é o Baculovírus de *H. armigera*, comercialmente conhecido como Diplomata (SUN et al., 2004), hoje bastante utilizado no Brasil, em cerca de 700.000 ha (PARRA, J. R. P. Informação pessoal).

Em alguns países, o parasitismo das lagartas coletadas de diferentes culturas em média foi de até 50% na cultura do sorgo, 28% em girassol, 49% em caupi e 76% no algodoeiro (OBOPILE; MOSINKIE, 2007). Estes resultados mostraram que os parasitoides tiveram um papel fundamental no controle de *H. armigera* (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

Vários tipos de parasitoides foram encontrados em diferentes cultivos na África, como os de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae); os parasitoides de lagartas *Chelonus versalis* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae), *Apanteles* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Pristomerus* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Charops* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae); e também os parasitoides de pupas *Nemorea capensis* R. D. (Diptera: Tachinidae), *Palexorista laxa* Curran (Diptera: Tachinidae), *Goniophthalmus halli* Mesnill (Diptera: Tachinidae) e *Paradrino halli* Curran (Diptera: Tachinidae) (OBOPILE; MOSINKIE, 2007). Na Índia, diversos parasitoides foram registrados em associação com *H. armigera*, com destaque para *Trichogramma* spp. No Brasil, foi registrada a ocorrência natural do parasitoide *Archytas marmoratus* Townsend (Diptera: Tachinidae) em lagartas de *H. armigera* (GUERRA et al., 2014).

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresentam grande associação com ovos de espécies da subfamília Heliothinae, a qual abrange *H. armigera*. Esses parasitoides foram lançados com sucesso em programas de controle biológico contra *Heliothis/Helicoverpa* spp. em várias culturas (AVILA et al., 2013).

2.2 *Trichogramma* spp.

Trichogramma é o maior gênero da família Trichogrammatidae, com 210 espécies identificadas e hospedeiros em várias ordens, principalmente Lepidoptera (PINTO, 2006; CÔNSOLI; PARRA; ZUCCHI, 2010), 26 delas referidas no Brasil (ZUCCHI; QUERINO; MONTEIRO, 2010) e também o mais importante, no tocante ao controle biológico. Por essa razão, esses insetos estão entre os mais estudados,

e na literatura com um grande acervo de informações disponíveis na literatura (PINTO, 1997; PARRA; ZUCCHI, 2004; ZUCCHI et al., 2010).

Esses parasitoides de ovos são principalmente associados a lepidópteros-pragas e chegaram a ser liberados, de forma inundativa, em cerca de 18 milhões de hectares, sobretudo nos países socialistas (na União Soviética e na China) (HASSAN, 1994). Hoje, continuam sendo utilizados e comercializados em vários países para controlar pragas de diversas culturas, ao lado das outras 230 espécies de inimigos naturais atualmente comercializadas (LENTEREN, 2012). Em torno de 28 espécies de *Trichogramma* já foram liberadas em 28 culturas (HASSAN, 1988).

O gênero *Trichogramma* vem sendo utilizado em todo o mundo, como agente de controle biológico, pelo fato de ter uma ampla distribuição geográfica, ser altamente especializado e eficiente, e ter sido constatado parasitando ovos de pragas de milho, arroz, soja, cana-de-açúcar, sorgo, algodoeiro, beterraba, tomateiro, florestas, pomares, hortaliças, oliveira, bananeira, mandioca e ornamentais (NIKONOV et al., 1991; HASSAN, 1993).

2.2.1 Biologia de espécies de *Trichogramma*

As espécies de Trichogrammatidae são idiobiontes solitários ou gregários, endoparasitoides primários de ovos de insetos, são espécies de tamanho pequeno, com cerca de 0,2 a 1,5 mm. Os representantes da família atacam uma variedade de hospedeiros, a maioria pertencentes às ordens Lepidoptera, Hemiptera e Coleoptera (PINTO, 1997).

Esses parasitoides são holometabólicos, completam seu ciclo de vida no interior de outros insetos, e por serem apnêusticos, as exigências de oxigênio são muito baixas para seu desenvolvimento (DE LA TORRE, 1993). Apresentam apenas um instar (DAHLAN; GORDTH, 1996; VOLKOFF et al., 1995). O desenvolvimento pupal é destacado pela coloração escura, que é caracterizada pela presença de sais de urato na região central do abdome da pupa, o que caracteriza os ovos parasitados (CÔNSOLI et al., 1999).

A maioria dos parasitoides de ovos se reproduzem por arrenotoquia, onde os ovos não fertilizados produzem machos haplóides e os ovos fertilizados produzem fêmeas diplóides. Esses parasitoides também podem gerar formas telítocas, onde

apenas as fêmeas são produzidas e essas são induzidas por endossimbiontes (HEIMPEL; DE BOER, 2008; CÔNSOLI, PARRA, ZUCCHI, 2010).

O número de ovos depositados, pelas fêmeas de *Trichogramma* é variável dependendo da disponibilidade de nutrientes nesse hospedeiro e a quantidade de ovos a ser parasitado, sendo esse aspecto muito importante na seleção hospedeira (COLAZZA et al., 2010).

É conhecido que, entre os fatores físicos, a temperatura é o de maior influência sobre aspectos biológicos desse parasitoide, tais como: fecundidade, duração do ciclo de desenvolvimento, razão sexual, viabilidade e longevidade (HARRISON et al., 1985; NOLDUS, 1989; PRATISSOLI; PARRA, 2000).

2.2.2 Seleção de linhagens

Trichogramma é utilizado em mais de 16 milhões de hectares de diversas culturas de importância agrícola (LENTEREN, 2003), o que faz deste inimigo natural um dos mais pesquisados mundialmente (HASSAN, 1997). Devido à grande diversidade de áreas agrícolas presentes no Brasil, há necessidade de estudos com relação à coleta de novas espécies ou linhagens em áreas alvos para a sua utilização (PRATISSOLI; PARRA 2001).

Hassan (1989) afirmou que as avaliações pré-introdutórias constando de estudos de laboratório, semi-campo e campo são imprescindíveis para a seleção das linhagens adequadas de inimigos naturais a serem usadas em um programa de controle biológico com parasitoides de ovos. Porém, raramente esses estudos são realizados, o que resulta na liberação de linhagens inadequadas e no insucesso desses programas (HASSAN, 1997).

Hassan (1989) ainda afirmou serem as espécies nativas as mais recomendadas para a utilização em programas de controle biológico por estarem adaptadas às condições climáticas locais.

Diferenças em características morfológicas, fisiológicas e comportamentais dentro da mesma espécie de parasitoides sugerem que populações têm sido selecionadas de acordo com as condições as quais são submetidas (BOIVIN; BRODEUR, 2006). Esta variabilidade dentro da espécie pode ser vantajosa para o controle biológico, desde que seja cuidadosamente explorada através da utilização

de populações de parasitoides adaptados às condições da cultura e da praga alvo. Existem estudos que sugerem a utilização de populações de *Trichogramma* spp. selecionadas para condições específicas (PAK, 1992; LIU; SMITH, 2000; PRATISSOLI; PARRA, 2001, PRATISSOLI et al., 2004). Algumas adversidades no controle de pragas agrícolas, por meio desse parasitoide de ovos, podem ocorrer se forem utilizadas linhagens inadequadas, resultando em aproximadamente 12% do insucesso em programas de controle biológico clássico (STILING, 1993).

A coleta de novas espécies e populações, e estudos básicos de laboratório relacionados ao desenvolvimento, viabilidade e parasitismo de *Trichogramma* da espécie e população coletada são importantes para a multiplicação e controle de qualidade na produção massal desses agentes de controle biológico (PARRA et al., 2002) bem como, conhecer as espécies mais adequadas para serem produzidas e liberadas (PRATISSOLI; PARRA 2001).

A importância da seleção de linhagem/espécie a ser usada em programas de controle biológico é devido à grande variabilidade genética, inter e intraespecífica, encontrada nas espécies do gênero *Trichogramma* o que define suas características quanto à adaptabilidade e exploração dos hospedeiros (PAK; LENTEREN, 1988; HASSAM, 1989; WAJNBERG, 1994).

Hassan (1989), comparou 17 linhagens de *Trichogramma* de diferentes espécies, para o controle de *Cydia pomonella* L., 1758, *Adoxophyes orana* Fisher von Röslerstamm, 1834 e *Pandemis haparana* Schifferrmüller, 1776., tendo como hospedeiro alternativo (padrão) *Sitotroga cerealella*. Foram selecionadas, inicialmente, 2 linhagens de *Trichogramma dendrolimi* Matsumura, 1926, por terem parasitado o maior número de ovos. Entretanto, quando foram oferecidos ovos de uma das pragas-alvo, juntamente com ovos do hospedeiro alternativo no qual os insetos vinham sendo criados, o autor observou que uma linhagem de *Trichogramma embryophagum* (Harting) mostrou nítida preferência por *C. pomonella* e *A. orana*, quando comparada com *S. cerealella*, sendo estas duas linhagens consideradas as mais adequadas no controle destas pragas.

Bueno et al. (2009), em um processo de seleção de linhagens/espécies de tricogramatídeos para o controle de dois lepidópteros-praga na cultura da soja, *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818, após serem testadas 11 linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), uma de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983

(Hymenoptera: Trichogrammatidae), e uma de *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972, avaliaram os seguintes parâmetros: número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo, porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo e razão sexual. Destacou-se uma das linhagens de *T. pretiosum*, para o controle de ambas as pragas, proveniente de ovos de *C. includens*, coletada em uma região produtora de soja em Goiás, (Rio Verde).

No passado, devido à inespecificidade de *Trichogramma*, utilizavam-se indivíduos de uma determinada espécie, coletados em áreas com características climáticas diferentes, para controlar pragas em regiões geograficamente distintas. Atualmente, admitem-se, especificidades microclimáticas dentro da mesma espécie. Por esse motivo, é fundamental manter em laboratório linhagens separadas (numeradas) para garantir a integridade genética da população inicial. Um taxonomista é imprescindível para esse tipo de programa, pois a identificação errada ou a falta de identificação, podem levar a fracassos num programa de controle biológico (BLEICHER;PARRA, 1989; PARRA et al., 2002).

Para que o controle biológico tenha condições de competir com o controle químico é essencial que sejam selecionados para liberações, parasitoides altamente eficientes, justificando-se assim os esforços para obtenção de linhagens cada vez mais agressivas (HASSAN, 1994).

A eficiência de *Trichogramma* em campo pode ser afetada por diversos fatores; entre eles, a dispersão é considerada de grande importância, pois afeta as técnicas de liberação utilizadas e o potencial efeito sobre pragas não-alvos bem como o tempo para colonização de áreas cultivadas (SALLAM; OVERHOLT; KAIRU, 2001; PARRA et al., 2002; YONG; HOFFMAN 2006).

A maior ou menor eficiência de controle de um parasitoide, em liberações inundativas, depende da sua capacidade de dispersão, pois a partir desse valor é possível definir o numero de pontos de liberação por unidade de área. As características das espécies e linhagens de *Trichogramma* e a cultura onde são realizadas as liberações do parasitoide, influenciam a capacidade de dispersão do mesmo (STINNER et al., 1974; LOPES, 1988; SÁ et al., 1993).

As condições microclimáticas e características intrínsecas de cada cultura afetam a capacidade de busca do parasitoide, pela variação da temperatura em cada condição (BIEVER, 1972). Diversos fatores podem afetar a dispersão dos parasitoides em campo como: a espécie e/ou linhagem liberada (FOURNIER;

BOIVIN, 2000), o hospedeiro utilizado para a criação dos parasitoides (KÖLLIKER-OTT; BIGLER; HOFFMANN, 2004), a cultura (OLSON; ANDOW, 2006) e seu estágio fenológico (WANG; FERRO; HOSMER, 1997) bem como as condições meteorológicas (HENDRICKS, 1967; WANG; FERRO; HOSMER, 1997; FOURNIER; BOIVIN, 2000).

Foi observado também que a estrutura da planta pode afetar a capacidade de busca do *Trichogramma*, sendo que o tamanho da planta ou área superficial, a variação estrutural entre as partes da planta e a sua arquitetura são fatores importantes que podem influenciar neste comportamento (ANDOW; PROKRYM, 1990).

Hendricks (1967) avaliou, sob diferentes condições, que o vento pode influenciar na dispersão de *Trichogramma semifumatum* (Perkins, 1910); foi observado que 24 horas após a liberação dos parasitoides em um campo de algodão, para controle de *Heliothis* spp, obteve-se um ótimo estabelecimento da população assim como uma elevada porcentagem de parasitismo,

Yu et al. (1984) verificaram a dispersão de *Trichogramma*, em pomar de macieira, após liberações inundativas, visando ao controle de *C. pomonella*. Observaram que a velocidade de parasitismo de *Trichogramma minutum* foi alta em árvores situadas na direção do vento, em relação ao ponto de liberação; a dispersão vertical e horizontal de *T. pretiosum*, dentro de uma planta, foi igual em todos os sentidos, não sendo afetada pela direção do vento; entretanto, para *T. minutum*, a dispersão vertical no interior da planta, considerando plantas adjacentes ao ponto de liberação, sofreu influência da direção do vento, concentrando o parasitismo na porção inferior da copa das plantas. Também observaram que chuvas e baixas temperaturas reduziram a velocidade de parasitismo de *C. pomonella* por *T. minutum*.

No geral, vários estudos demonstraram que a dispersão das espécies de *Trichogramma* fica em torno de 10,0 m (KANOUR JUNIOR; BURBUTIS, 1984; BIGLER et al., 1988; LOPES, 1988; SÁ et al., 1993; PARRA et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Biologia de Insetos, do Departamento de Entomologia e Acarologia e no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP.

3.1 Criação dos insetos

3.1.1 *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Chrysodeixis includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae)

A criação em laboratório de *H. armigera* foi iniciada com a coleta de insetos em campo na região centro-oeste da Bahia em Luís Eduardo Magalhães e a criação de *C. includens* foi iniciada a partir de ovos provenientes de populações mantidas em dietas artificiais, no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia e no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP. A metodologia de criação dessas espécie foi baseada naquela descrita por Parra (2001).

As colônias foram estabelecidas em dieta artificial de Greene et al. (1976) em condições controladas de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $60\pm 10\%$ e fotofase de 14h. As pupas foram separadas por sexo (BUTT; CANTU, 1962) e colocadas em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) forradas com papel filtro umedecido. As placas de Petri contendo as pupas foram colocadas em gaiolas de PVC (14,5 cm de diâmetro x 19,5 cm de altura), revestidas internamente com uma folha de papel sulfite e a parte superior dessas gaiolas foi revestida com tecido “voile”.

Após a emergência, os adultos foram transferidos para outras gaiolas semelhantes às descritas anteriormente. Foram colocados 20 casais por gaiola, e foi fornecida solução de mel a 10% por capilaridade, por meio de um rolo dental para a alimentação dos insetos. As fêmeas realizaram postura no tecido “voile” que foi trocado diariamente. Esse tecido foi cortado e os pedaços contendo ovos, colocados em copos plásticos; uma parte foi utilizada para a continuidade da criação em

laboratório mantido a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotofase de 14h e a outra parte para a realização dos experimentos.

As lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* eram transferidas com auxílio de pincel n° 00 para tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro por 8 cm de altura) contendo 10 mL de dieta artificial de Greene et al. (1976), sendo colocada uma lagarta por tubo. Após a transferência, os tubos foram colocados em suportes de madeira e armazenados na sala de desenvolvimento de lagartas até a pupação, também a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

A partir do segundo ínstar, lagartas de *C. includens*, com cerca de 7 mm, eram individualizadas e transferidas individualmente para outros copos plásticos (50ml), com aproximadamente 5 g de dieta. Esses copos eram fechados com tampas confeccionadas em acetato e mantidos em sala climatizada ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase 14 h) até a formação de pupas.

As pupas obtidas eram retiradas e separadas, aguardando-se a emergência dos adultos para continuidade de uma nova geração dos insetos.

3.1.2 *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Foram estudadas cinco linhagens de *T. pretiosum* e uma de *Trichogrammatoidea annulata* mantidas e multiplicadas em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), de acordo com a metodologia proposta por Parra (1997), oriundos da criação do Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Esalq/USP.

Os ovos de *A. kuehniella* foram colados em cartões (10,0 x 7,5 cm) quadriculados (0,5 x 0,5 cm), utilizando-se fita dupla face 3M®; sendo posteriormente, submetidos ao processo de inviabilização pela exposição à radiação ultravioleta proveniente de uma lâmpada germicida, por 60 minutos a uma distância de 15 cm da fonte (STEIN; PARRA, 1987). Nas extremidades das cartelas foram registrados local de origem e data do parasitismo de cada linhagem.

Após a inviabilização dos ovos e identificação das cartelas, as mesmas com ovos foram submetidas ao parasitismo pelas respectivas linhagens de *T. pretiosum* e

Trichogrammatoidea annulata, por um período de 24 horas em tubos de vidro (8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro), tampados com filme plástico de PVC Magipack®, no interior dos quais, foram colocadas, com o auxílio de um estilete, gotículas de mel puro, para a alimentação dos parasitoides adultos (BLEICHER; PARRA, 1989).

Após o período de parasitismo, as cartelas foram retiradas e os adultos de *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* a elas aderidos foram removidos por meio de leves batidas sobre a mesa do laboratório. As cartelas foram colocadas em tubos de vidro, semelhantes aos descritos anteriormente e estes, tampados com filme plástico de PVC Magipack®, dispostos em grades metálicas, com capacidade para até 40 tubos. Estes tubos foram transferidos para câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, para permitir o desenvolvimento dos parasitoides.

3.2 Local de oviposição de *H. armigera* em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

O estudo foi realizado em um plantio de soja, variedade Potência Brasmax RR, no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP.

O objetivo deste experimento foi verificar o local preferido para oviposição do inseto *H. armigera* em diferentes estádios fenológicos (V2, V4, R2 e R5) da soja.

Para realização do mesmo foram utilizadas 7 gaiolas de metal (0,4 x 0,4 x 1,2m) cobertas com tecido “voile” para o estágio V2, posicionadas sobre seis plantas de soja em uma linha de plantio (Figura 1). Para os estágios V4, R2 e R5 foram utilizadas 7 gaiolas de tela (1,5 x 1,5 x 2,1m), as quais foram posicionadas sobre três linhas de plantio, compreendendo cerca de 50 plantas cada uma delas (Figura 1. A).

Foram liberados quatro casais de *H. armigera* com 48 horas de idade para cada gaiola nos estádios V4, R2 e R5 (Figura 1. B, C, D), e um casal nas mesmas condições para a gaiola do estágio V2. Após um período de 24 horas de postura, todas as plantas foram cortadas, separadas por estágio e trazidas ao laboratório para avaliação.

Todas as plantas foram avaliadas procurando-se a postura da espécie, tendo sido observadas, as estruturas da planta (folhas, talos, brotações, florações e

vagens), sendo que nas folhas a ocorrência de oviposição foi quantificada nas duas faces (abaxial e adaxial), bem como avaliada a altura de inserção na planta (terço inferior, médio e superior).

Figura 1 - Gaiolas de metal cobertas com tecido “voile” posicionadas sobre as plantas de soja para avaliação da oviposição de *Helicoverpa armigera* nos estádios V2 (A); V4 (B); R2 (C). Forma de liberação de casais de *Helicoverpa armigera* utilizando tubos de PVC (D)

3.3 Determinação da idade ideal de machos e fêmeas de *H. armigera* para obtenção de ovos em laboratório

A partir da emergência dos adultos, foram preparadas 30 gaiolas (Figura 2) (10 para cada tratamento) cilíndricas de PVC (20 cm de diâmetro x 20 cm de altura), fechadas na parte superior com tecido tipo “voile” e forradas internamente com papel jornal. Foram estudados 3 tratamentos, 1. Combinação de machos e fêmeas do mesmo dia; 2. Combinação de fêmeas recém emergidas com machos do dia seguinte; 3. Combinação de machos recém emergidos e fêmeas do dia seguinte.

Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, colocada em recipiente de plástico incolor com capacidade para 25 mL, com um orifício na parte central. Através deste orifício foi colocado um rolete de algodão (rolo dental), que, por capilaridade, permitiu a alimentação dos insetos. Para evitar a fermentação e contaminação com microrganismos, o alimento foi renovado diariamente.

Os parâmetros biológicos observados foram: postura diária, sendo os ovos retirados diariamente, duração e viabilidade do período embrionário, períodos de oviposição, longevidade de machos e fêmeas. Para a determinação da duração e viabilidade do período embrionário utilizaram-se os ovos de todas as posturas de cada casal, acondicionando-os em copos de plástico. Os tubos continham em seu interior uma porção de papel filtro, o qual foi umedecido. Observaram-se diariamente as posturas visando determinar a duração do período de oviposição. As lagartas

eclodidas foram contadas, para determinação da viabilidade do período embrionário. Para avaliar a longevidade dos machos e fêmeas os adultos foram observados até a morte.

Figura 2 - Gaiolas dispostas no delineamento experimental para determinação da idade ideal de machos e fêmeas de *Helicoverpa armigera* para obtenção de ovos em laboratório. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h

3.4 Seleção de linhagens de *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* visando ao controle de *H. armigera*

A seleção de espécies/linhagens foi realizada a partir da coleção de linhagens de *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* mantidas pelo Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP.

Foram utilizadas 6 espécies/linhagens coletadas em diferentes regiões (Tabela 1).

Tabela 1 - Linhagens* de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* utilizadas no processo de seleção de espécies/linhagens para o controle de *Helicoverpa armigera*

Linhagem	Local de Origem	Hospedeiro	Cultura
<i>T. pretiosum</i>			
RV	Rio Verde, GO	<i>Chrysodeixis includens</i>	Soja
SO	Sorriso, MT	<i>Chrysodeixis includens</i>	Soja
47 A	Irvin, Califórnia (EUA)	<i>Manduca sexta</i>	Tomateiro
PR	Colombo, PR	<i>Pseudaletia sequax</i>	Trigo
AN	Anhumas, SP	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	Soja
<i>Trichogrammatoidea annulata</i> (TR)	Anhumas, SP	<i>Chrysodeixis includens</i>	Soja

*extraídos da coleção de linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* do laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP

Foram avaliados os aspectos biológicos e de parasitismo das diferentes espécie/linhagens sobre ovos de *H. armigera*, em condições controladas de $25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 h. Para cada uma das linhagens de *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* foram individualizadas 20 fêmeas recém-emergidas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), fechados com filme plástico de PVC (Magipack®). Para cada fêmea, foram oferecidos 20 ovos de *H. armigera*, com menos de 24 horas de idade, provenientes da criação de manutenção do inseto, retirados do tecido "voile", sendo diariamente substituída por uma nova cartela até a morte da fêmea do parasitoide. O ensaio foi conduzido em câmara climatizada nas condições citadas anteriormente. As primeira cartelas submetidas ao contato com o parasitoide foram também mantidas na mesma câmara até a emergência dos adultos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: parasitismo diário e total, viabilidade (%), número de parasitoides emergidos por ovo, duração ovo-adulto (dias), longevidade das fêmeas e razão sexual da prole, dada pela fórmula:

$$rs = \frac{\text{♀}}{(\text{♀} + \text{♂})}$$

A determinação do sexo dos indivíduos foi realizada pela observação do dimorfismo apresentado nas antenas (BOWEN; STERN, 1966), utilizando-se microscópio estereoscópico.

O número de parasitoides emergidos por ovo foi determinado por meio da contagem do número de parasitoides emergidos dividido pelo número de ovos com orifício de saída do parasitoide.

A viabilidade do parasitismo (%) foi determinada pelo cálculo da porcentagem de ovos enegrecidos que apresentavam orifício de saída.

A longevidade das fêmeas foi determinada por observações diárias até a morte dos parasitoides.

3.5 Determinação do número ideal de parasitoides de *T. pretiosum* linhagem RV por ovo de *H. armigera*

Para a determinação do número ideal de parasitoides a ser liberado por ovo foram feitas liberações de números variáveis de *T. pretiosum* linhagem RV

selecionada (item 3.4), em relação ao número fixo de ovos de *H. armigera* em plantas de soja que foram cultivadas em casa de vegetação.

Sessenta dias após o plantio, foram transferidos 25 ovos de *H. armigera*, em cada muda de soja variedade convencional (IAC Foscari 31), os quais foram fixados na parte superior e face abaxial das plantas conforme o comportamento de postura da *H. armigera*, (item 2.1). Após a distribuição dos ovos, as plantas foram individualmente cobertas com tecido branco e fino (“*poliéster 120 fios*”) (Figura 3). Foram liberadas, nas gaiolas, fêmeas de *T. pretiosum*, representando proporções de 1,6, 3,2, 6,4, 12,8, 25,6 e 51,2 parasitoides por ovo, num total de 7 tratamentos, com 7 repetições. Na testemunha não houve liberação de *T. pretiosum*. O experimento foi instalado em condições de casa de vegetação sem controle de temperatura, umidade relativa e fotofase, utilizando-se mudas de soja cultivadas em vasos de plástico de 12 litros.

O parasitismo foi permitido por 24 h. Após esse período, os ovos foram retirados das plantas e levados ao laboratório para avaliação da porcentagem de parasitismo nos diferentes tratamentos.

Figura 3 - Plantas contendo ovos de *Helicoverpa armigera* cobertas por “poliéster 120 fios”. Em casa de vegetação

3.6 Capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* e *C. includens*

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. Foram avaliados os dados de parasitismo e viabilidade de *T. pretiosum* sobre ovos de *H. armigera* e *C. includens*, em condições controladas de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h. Foram individualizadas 25 fêmeas de *Trichogramma pretiosum* recém-emergidas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), fechados com filme plástico de PVC (Magipack®). Para cada fêmea, foram oferecidos 20 ovos de *H. armigera* na primeira repetição, 20 ovos de *C. includens* na segunda repetição e 20 ovos de cada espécie totalizando

40 ovos com chance de escolha para cada fêmea de *T. pretiosum* com 24 horas de idade, provenientes da criação de manutenção dos insetos, retirados do tecido "voile", deixados 24 horas para avaliação do parasitismo. O ensaio foi conduzido em câmara climatizada nas condições citadas anteriormente. Os ovos submetidos ao contato com o parasitoide foram mantidas na câmara até a emergência dos adultos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: parasitismo total (%) dos ovos.

3.7 Análises estatísticas

Os dados para preferência de oviposição de *H. armigera* em soja foram analisados através de regressão logística com erros binomiais. Na análise, a preferência por sítio de oviposição foi avaliada através da quantificação da incidência de oviposição de *H. armigera* em diferentes estádios fenológicos da soja. Sendo assim, a preferência de oviposição foi representada por variável binária, ou seja, cada uma das diferentes posições (superior, média, inferior) e localidades [folhas (abaxial ou adaxial), talo, floração e vagem] recebeu valor 1 quando houve ocorrência de oviposição e valor 0 quando os ovos estavam ausentes.

Para determinação da idade ideal de machos e fêmeas de *H. armigera* para obtenção de ovos em laboratório, os efeitos das variáveis independentes: quantidade de dias após a emergência da fêmea e da idade da fêmea/macho (tratamentos) sobre a média de oviposição diária e viabilidade de ovos (variáveis respostas) foram analisados através de análise de variância (two-way ANOVA). Os efeitos quadráticos dos dias após a emergência foram incluídos no modelo. Quando significativos, os efeitos das médias foram classificadas por meio do teste Tukey com 5% de probabilidade.

O efeito do tratamento sobre o número total de ovos foi analisado através de análise de variância (one-way ANOVA) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey com 5% de probabilidade. A proporção de ovos viáveis em cada tratamento foi analisada através de regressão logística. Devido à alta variância encontrada nos dados ("overdispersion"), os erros padrão foram corrigidos por meio do uso da distribuição quasibinomial. Para as análises, foi utilizado o Software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

No experimento de seleção de linhagens de *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* para o controle de *H. armigera* os dados foram

analisados por meio de modelos linearmente generalizados (GLM) assumindo distribuição quasibinomial, para os dados de parasitismo. Os dados de duração ovo-adulto, viabilidade, longevidade das fêmeas, razão sexual da prole foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Com os dados obtidos no experimento de seleção de linhagens, foi também realizada a análise de agrupamento ("cluster analysis") com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007), utilizando-se todos os parâmetros avaliados.

Os dados de parasitismo obtidos por meio da liberação das diferentes proporções parasitoide/ovo do hospedeiro foram submetidos à análise de regressão quasibinomial, relacionando-se o número de fêmeas de *T. pretiosum* linhagem RV por ovo de cada espécie de inseto alvo e total de ovos parasitados.

No experimento de capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* e *C. includens* os dados foram analisados por meio de modelos linearmente generalizados (GLM) assumindo distribuição quasibinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Local de oviposição de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

No estágio fenológico V2 foram registradas 40% de plantas com ovos de *H. armigera*.

As diferentes estruturas da planta não tiveram efeito significativo sobre a oviposição de *H. armigera* neste estágio fenológico ($p > 0,05$). Isto, provavelmente, se deve ao fato de que a planta neste estágio fenológico tem um menor tamanho e poucas estruturas. Entretanto, a altura da planta onde ocorre a oviposição apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$), sendo observada maior ocorrência de ovos na parte superior ($\bar{x} = 1,14 \pm 2,15$) quando comparado à parte inferior ($\bar{x} = 0,09 \pm 0,30$) das plantas (Tabela 2, Figura 4).

Para os ovos encontrados nas folhas, não houve diferenças significativas entre o número de ovos encontrados nas faces adaxial e abaxial da folha (Tabela 3), indicando que não há preferência na oviposição por *H. armigera*, quando esta se dá na folha (Figura 5). A média de ovos encontrados na face adaxial foi de $0,66 \pm (1,77)$ e na face abaxial de $0,71 \pm (1,67)$.

Tabela 2 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* em diferentes alturas da soja no estágio fenológico V2, em gaiolas no campo

Resposta	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Altura			
Intercepto	$-2,25 \pm 0,74$	-3,02	$<0,001^*$
Superior	$1,76 \pm 0,86$	2,03	0,04*

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Figura 4 – Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas diferentes estruturas das plantas, no estágio V2. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior), onde se deu a oviposição na planta em gaiolas no campo em Piracicaba, SP

Tabela 3 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* nas faces das folhas de soja no estágio fenológico V2, em gaiolas no campo

Resposta	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Face			
Intercepto	-0,91 $\pm$ 0,48	-1,89	0,05
Adaxial	-0,24 $\pm$ 0,70	-0,35	0,72

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Figura 5 – Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas duas faces das folhas, no estágio V2, em gaiolas no campo em Piracicaba, SP. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald)

No experimento com plantas no estágio fenológico V4 o total de plantas nas quais foram encontrados ovos de *H. armigera* foi de 60%.

A altura ($p < 0,05$) e estruturas das plantas ($p < 0,05$) apresentaram efeitos significativos sobre a preferência de oviposição de *H. armigera*. A média de ovos encontrados na parte inferior e média ($2,5 \pm 6,36$) e ($6,5 \pm 12,7$), respectivamente, foi estatisticamente semelhante (Tabela 4), sendo maior o número de ovos encontrados na parte superior ($\bar{x} = 25,6 \pm 38,9$) (Tabela 4), indicando que a postura ocorre preferencialmente na parte superior das plantas de soja neste estágio V4 (Figura 6). Neste estágio, a ocorrência de oviposição nas folhas foi maior ($\bar{x} = 33,05 \pm 36,06$) quando comparado às demais estruturas ($p < 0,05$, Tabela 5), a média de ocorrência de ovos encontrados nos talos e brotações da planta ($0,23 \pm 0,53$) e ($1,28 \pm 2,86$), respectivamente, foi menor e não diferiu significativamente entre si ($p > 0,05$), mostrando que *H. armigera* tem preferência por ovipositar nas folhas.

Considerando a ocorrência de oviposição nas folhas, em V4 *H. armigera* prefere a face abaxial ($\bar{x} = 18,14 \pm 22,9$) comparado à face adaxial ($\bar{x} = 14,9 \pm 18,16$) da planta ($p < 0,05$, Figura 7).

Tabela 4 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* em diferentes alturas e estruturas da soja no estágio fenológico V4, em gaiolas no campo

Resposta	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Intercepto	-2,27 ($\pm$ 0,09)	-2,35	0,01
Folhas	4,09 $\pm$ 1,08	3,76	<0,001*
Talo	-7,82 $\pm$ 0,09	-0,86	0,38
Média	-1,03 $\pm$ 1,07	0,00	1,00
Superior	2,97 $\pm$ 1,06	2,78	<0,001*

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Figura 6 – Número médio de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja no estágio V4. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior) e letras maiúsculas correspondem as estruturas da planta (folhas, talo e brotações) em gaiolas no campo em Piracicaba, SP

Tabela 5 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* nas faces das folhas de soja no estágio fenológico V4, em gaiolas no campo

Resposta	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Face			
Intercepto	1,79 $\pm$ 0,62	2,87	<0,001*
Adaxial	-0,34 $\pm$ 0,83	-0,4	0,67

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald.

Figura 7 – Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas duas faces das folhas, no estágio V4. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald), em gaiolas no campo em Piracicaba, SP

No estágio fenológico R2 foi registrado um total de 56% de plantas com ovos nas 350 plantas avaliadas, percentual semelhante àquele encontrado em V4. As diferentes estruturas e a altura da planta neste estágio, tiveram efeito significativo sobre a oviposição de *H. armigera* ($p > 0,05$). Diferentemente de V2, a planta neste estágio fenológico possui um tamanho elevado apresentando mais estruturas. Não foi observada oviposição nas florações e somente 1 ocorrência de ovos no talo na parte inferior da planta. A maior ocorrência de ovos se deu na parte superior da

planta ($\bar{x} = 45,24 \pm 22,01$, Tabela 6, Figura 8), não havendo diferença significativa entre a oviposição na parte média ($\bar{x} = 6,5 \pm 4,43$) e inferior ($\bar{x} = 1 \pm 0$) das plantas (Tabela 6, Figura 8). Portanto, *H. armigera* apresentou preferência em ovipositar na parte superior da planta (Tabela 7, Figura 8).

Para os ovos encontrados nas folhas, não houve diferença significativa entre as faces adaxial e abaxial da folha (Tabela 8), indicando que não há preferência na oviposição por *H. armigera*, quando esta se dá na folha (Figura 8).

Tabela 6 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* em diferentes alturas da soja no estágio fenológico R2, em gaiolas no campo

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Altura			
Intercepto(Superior)	0,14 $\pm$ 0,37	0,37	0,70
Média	-3,43 $\pm$ 1,08	-3.16	0,001**
Inferior	-1,66 $\pm$ 0,62	-2,68	0,007**

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Figura 8 – Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja nas diferentes estruturas das plantas, no estágio R2. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior), onde se deu a oviposição na planta, letras maiúsculas compara a face das folhas (adaxial e abaxial), em gaiolas no campo em Piracicaba, SP

Tabela 7 - Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados nas diferentes estruturas das plantas de soja no estágio R2, em gaiolas no campo

	Média de ovos ($\pm$ DP)
Superior (Abaxial)	47,57 $\pm$ 24,49Ab
Superior (Adaxial)	37,14 $\pm$ 19,65Ab
Superior (Talo)	1 $\pm$ 0b
Superior (Floração)	0
Superior total	45,24 $\pm$ 22,01
Média (Abaxial)	4,66 $\pm$ 4,04Aa
Média (Adaxial)	6,0 $\pm$ 7,07Aa
Média (Talo)	0
Média (Floração)	0
Média Total	6,5 $\pm$ 4,43
Inferior (Abaxial)	1 $\pm$ 0Aa
Inferior (Adaxial)	0
Inferior (Talo)	0
Inferior (Floração)	0
Inferior Total	1 $\pm$ 0

Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior), onde se deu a oviposição na planta; letras maiúsculas compara a face das folhas (adaxial e abaxial)

Tabela 8 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* nas faces das folhas de soja no estágio fenológico R2, em gaiolas no campo

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Face			
Intercepto(Abaxial)	0,09 $\pm$ 0,43	0,21	0,82
Adaxial	-0,38 $\pm$ 0,62	-0,61	0,53

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

No estágio fenológico R5, das 350 plantas avaliadas foram encontrados 52% de plantas contendo ovos. A altura e estrutura da planta tiveram influência sobre a oviposição de *H. armigera* ($p < 0,05$). Em média foram encontrados $3,33 (\pm 2,51)$ ovos na parte média da planta e $1,0 (\pm 0)$ ovos na parte inferior da planta. Não houve diferença significativa entre a oviposição na parte inferior e média da planta (Figura 9). A média de ovos encontrados na parte superior foi maior $26,0 \pm (17,8)$ e diferiu dos demais (Tabela 10), indicando que a postura ocorre preferencialmente na parte superior das plantas (Figura 9, Tabela 9).

O número de ovos encontrados nos talos e vagens ($\bar{x} = 2 \pm 1,41$ e $\bar{x} = 4,57 \pm 1,71$, respectivamente) foi menor e não diferiu significativamente entre si ($p > 0,05$). Entretanto, a ocorrência de oviposição nas folhas foi maior ($\bar{x} = 28,05 \pm 17,75$) quando comparado às demais estruturas (Figura 9), mostrando que *H. armigera* tem preferência por ovipositar nas folhas.

Considerando a ocorrência de oviposição nas faces abaxial e adaxial, a análise mostrou que não há diferenças significativas entre as duas faces (Tabela 11, Figura 9).

Tabela 9 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* em diferentes alturas e estruturas da soja no estágio fenológico R5, em gaiolas no campo

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Altura			
Intercepto(Superior)	1.09 ± 0.43	2,51	0,01*
Média	$-3,21 \pm 0,75$	-4,28	$1,81e-05^{***}$
Inferior	$-4,35 \pm 1,10$	-3,93	$8,49e-05^{***}$

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Figura 9 – Número médio de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados em plantas de soja no estágio R5. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior) e letras maiúsculas correspondem as faces da folha (adaxial e abaxial), em gaiolas no campo, em Piracicaba, SP

Tabela 10 - Média de ovos de *Helicoverpa armigera* encontrados nas diferentes estruturas das plantas de soja no estágio R5, em gaiolas no campo

	Média de ovos ($\pm$ DP)
Superior (Abaxial)	38,42 $\pm$ 12,86Ab
Superior (Adaxial)	32,57 $\pm$ 11,20Ab
Superior (Talo)	1 $\pm$ 0b
Superior (Floração)	0
Superior (Vagem)	4,57 $\pm$ 1,59b
Superior Total	26,0 $\pm$ 17,8
Média (Abaxial)	2,0 $\pm$ 1,41Aa
Média (Adaxial)	0
Média (Talo)	0
Média (Floração)	0
Média (Vagem)	1 $\pm$ 0a
Média Total	3,33 $\pm$ 2,51
Inferior (Abaxial)	1 $\pm$ 0Aa
Inferior (Adaxial)	0
Inferior (Talo)	0
Inferior (Floração)	0
Inferior (Vagem)	0
Inferior Total	1,0 $\pm$ 0

Letras minúsculas correspondem a comparação da altura (inferior, média e superior), onde se deu a oviposição na planta, letras maiúsculas compara a face das folhas (adaxial e abaxial)

Tabela 11 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para preferência de oviposição de *Helicoverpa armigera* nas faces das folhas de soja no estágio fenológico R5, em gaiolas no campo

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Face			
Intercepto(Abaxial)	-0,09 $\pm$ 0,43	-0,21	0,82
Adaxial	-0,59 $\pm$ 0,63	-0,93	0,34

*Os valores de P são dados pelo teste de Wald

Portanto, a tendência de preferência pela parte superior da planta foi mantida em todos os estádios fenológicos estudados, bem como a preferência pelas folhas, exceto no primeiro estágio onde o número de estruturas era pequeno. Embora tenha havido maior ocorrência numérica de ovos na região abaxial das folhas, estes números não refletiram em diferenças estatísticas entre as duas faces da folha.

Os resultados obtidos no presente estudo foram similares aos obtidos por Mabbet e Nachapong (1984), que observaram uma preferência de oviposição de *H. armigera* em algodoeiro na parte superior da planta, bem como não diferiram de Duffield e Chapple (2001), onde mais de 85% dos ovos avaliados foram observados neste local da planta. Em todos os estádios avaliados, tanto vegetativos quanto reprodutivos, a maior porcentagem de posturas se deu nas folhas, indicando uma preferência por esta estrutura na cultura da soja (DUFFIELD; CHAPPLE, 2001). Também foi observado preferência pelo lado abaxial das folhas. Outros estudos também demonstraram preferência pelo lado abaxial nas folhas em algodoeiro (MABBET; NACHAPONG, 1984; HASSAN et al., 1990), e espécies de *Heliothis* também demonstraram tal preferência em soja nos EUA (HILLHOUSE; PITRE, 1976; TERRY et al., 1987). Preferência pela parte abaxial é atribuída à alta pilosidade na folha no lado abaxial comparado ao adaxial (HILLHOUSE; PITRE, 1976; NAVASERO; RAMASWAMY, 1991).

Vários estudos demonstram que *H. armigera* prefere ovipositar durante a floração dos seus hospedeiros (PARSONS, 1940; ROOME, 1975; BROADLEY, 1978; WARDHAUGH et al., 1980; NYAMBO, 1988) e é discutido que a alimentação dos adultos também pode influenciar na distribuição dos ovos (TOPPER, 1987; CUNNINGHAM et al., 1998b). Portanto, é primordial entender a relação de *H.*

armigera com seus diferentes hospedeiros para desenvolvimento de programas de controle dessa praga (REIGADA et al., 2016).

Diferenças entre as variedades de soja, como pilosidade das folhas podem influenciar a preferência de oviposição e a distribuição de ovos na planta (NAVASERO; RAMASWAMY, 1991). A não diferença entre o número de ovos na parte abaxial e adaxial pode estar relacionada a variedade utilizada na presente pesquisa, relacionada a presença de pelos. Esses resultados são importantes para o desenvolvimento de amostragens e controle dessa praga em soja. A constatação de que uma alta proporção dos ovos é colocado na parte superior e preferencialmente nas folhas de soja sugerem uma oportunidade de desenvolvimento de um manejo integrado para controle de *H. armigera* nesta cultura. Portanto, a determinação do local de postura da praga alvo possui grande importância, pois influencia diretamente as técnicas de amostragem de ovos, para determinar o momento adequado para a liberação e nas técnicas de liberação dos parasitoides (PINTO et al., 2006).

4.2 Determinação da idade ideal de machos e fêmeas de *H. armigera* para obtenção de ovos em laboratório

Os efeitos da interação de tratamento e dias após a emergência das fêmeas e machos foram significativos ($p < 0.05$), indicando que, a idade na qual a fêmea acasala e os dias após a emergência influenciaram as taxas de oviposição.

A maior quantidade de ovos foi obtida com machos e fêmeas de mesma idade (tratamento A). Neste caso, ocorreu maior período de oviposição (10 dias) com maior número médio de ovos ($172,15 \pm 18,41$), ($p < 0.05$), diferindo estatisticamente dos tratamentos B e C (Figura 10). No tratamento B, ou seja, fêmeas emergidas no segundo dia e os machos no 1º dia, ocorreu uma alta concentração de ovos durante os primeiros dias ($156,25 \pm 20,51$), entretanto, houve um encurtamento no período de postura (8 dias), o que em última análise não interfere na criação dos insetos em laboratório. No terceiro tratamento (C), foi observada uma baixa média de ovos ($91,32 \pm 12,91$), com período de postura de 8 dias, provavelmente devido às diferentes datas de emergência dos machos (Figura 10).

Figura 10 - Média de ovos diários e período de oviposição de *Helicoverpa armigera* nos diferentes tratamentos. F1 e M1 referem-se a fêmeas e machos emergidos no mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 referem-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia (F1 = fêmea do 1º dia e F2 = fêmea do 2º dia; M1 = macho do 1º dia e M2 = macho do 2º dia). Temp.: 25±10C; UR: 70±10%; fotofase: 14h

Os efeitos da interação tratamento e dias após a emergência das fêmeas foram significativos ($p < 0.05$, Figura 11.), indicando que, a idade na qual a fêmea acasala e os dias após a emergência influenciaram a viabilidade dos ovos.

Assim como nas análises anteriores, as maiores viabilidades dos ovos nos tratamentos correspondeu ao período de maior oviposição e média de ovos. No tratamento A, as fêmeas colocaram uma média de ovos viáveis de $97,92 \pm 15,29$, ($p < 0.05$) por um período mais prolongado (Figura 11), sendo a queda na viabilidade (%) menos acentuada quando comparada à viabilidade de fêmeas dos tratamentos B e C. Por outro lado, a média de ovos viáveis nos tratamentos B, $93,16 \pm 18,75$, foi alta porém foi observado um curto período de oviposição (Figura 11). No tratamento C, a média de ovos viáveis foi baixa $19,08 \pm 4,50$ e também foi observado um curto período de oviposição (Figura 11).

Figura 11 - Viabilidade diária de ovos e período de eclosão de lagartas de *Helicoverpa armigera*. F1 e M1 referem-se a fêmeas e machos emergidos do mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 referem-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia. (F1 = fêmea do 1º dia e F2 = fêmea do 2º dia; M1 = macho do 1º dia e M2 = macho do 2º dia). Temp.: 25±10C; UR: 70±10%; fotofase: 14h

O número total de ovos colocados em cada tratamento, assim como os ovos viáveis a não viáveis também foram analisados. O total de ovos nos tratamentos A (10.846 ovos) e B (9219 ovos) foram maiores e diferiram estatisticamente do tratamento C (4566 ovos). Entretanto, a viabilidade de ovos no tratamento B e C não diferiram entre si. Isto indica que no tratamento B as fêmeas colocaram maior quantidade de ovos, entretanto, com uma viabilidade semelhante à viabilidade de ovos do tratamento C, onde o número de ovos foi menor (Figura 12). Os resultados indicam que o tratamento A é o mais indicado para a criação de *H. armigera* em laboratório por apresentar maior número de ovos e maior viabilidade.

Figura 12 - Número de ovos viáveis e não viáveis nos três tratamentos de diferentes idades de machos e fêmeas para *Helicoverpa armigera*. Número de ovos seguidos da mesma letra não diferem entre si (teste de Wald). Letras minúsculas correspondem a comparação dos ovos viáveis e letras maiúsculas correspondem a comparação dos ovos não viáveis nos tratamentos. F1 e M1 refere-se a fêmeas e machos emergidos do mesmo dia, respectivamente, e, F2 e M2 refere-se a fêmeas e machos emergidos no segundo dia. Temp.: $25 \pm 10^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h

4.3 Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *H. armigera*

Dentre as linhagens avaliadas, o parasitismo total variou de $7,94 \pm 1,32$ a $63,85 \pm 5,62$ ovos parasitados/fêmea (Tabela 12), diferindo estatisticamente entre as linhagens, sendo que a linhagem RV apresentou o melhor desempenho numérico com $63,85 \pm 5,62$ ovos parasitados/fêmea, sem contudo ter diferido estatisticamente da linhagem SO, que parasitou $55,61 \pm 5,99$ ovos/fêmea. Os menores valores observados foram apresentados pelas linhagens 47A ($20,6 \pm 6,13$) e AN ($7,94 \pm 1,17$) (Tabela 12). Esses resultados demonstram que a linhagem RV e SO de *T. pretiosum* foram as que apresentaram maior potencial para uso em programas de

controle biológico de *H. armigera*. Diferente potencial de parasitismo entre espécies e linhagens tem sido relatado em diversos estudos e a variação no parasitismo entre os trabalhos pode estar relacionada às características intrínsecas de cada espécie ou linhagem, ou até mesmo à espessura e à dureza do córion, que podem determinar se o hospedeiro será atacado ou não (PAK et al., 1988; PRATISSOLI; PARRA, 2001; BESERRA; DIAS; PARRA, 2003; MOLINA; FRONZA; PARRA, 2005).

O período de desenvolvimento ovo–adulto variou de $10,40 \pm 0,07$ a $12,45 \pm 0,06$ dias, havendo diferenças significativas entre as espécies e linhagens testadas (Tabela 13). A linhagem de *Trichogramma pretiosum* RV apresentou o desenvolvimento mais rápido, entre todos as espécies/linhagens testadas, sem diferir, no entanto, da linhagem de *Trichogrammatoidea annulata*. A linhagem de *T. pretiosum* AN apresentou a maior duração do período ovo-adulto ($12,45 \pm 0,06$), estatisticamente diferente das demais linhagens estudadas (Tabela 13). Estas diferenças, encontradas neste trabalho, podem estar relacionadas com o tamanho e a qualidade nutricional do ovo, já que este pode conter maior ou menor quantidade de nutrientes (VINSON, 1997).

O parasitismo diário variou de $0,65 \pm 0,20$ a $3,54 \pm 0,75$, apresentando diferenças significativas entre as espécies/linhagens (Tabela 12). Este parâmetro só é relevante se for analisado de forma conjunta com a longevidade da fêmea, visto que mesmo que apresente um bom parasitismo, se o parasitoide viver pouco seu desempenho no campo poderá não ser satisfatório (VASCONCELOS, 2012).

A longevidade das linhagens variou de 9 a 15 dias (Tabela 14), com diferença estatística entre elas, sendo o melhor desempenho apresentado pela linhagem RV (15 dias), embora sem diferir estatisticamente das linhagens SO, PR, TR e 47 A (Tabela 14). Esse parâmetro é, segundo Clarke e Mckenzie (1992), importante na definição da qualidade do inimigo natural para programas de controle biológico.

A viabilidade do parasitismo apresentou diferenças estatísticas, sendo o melhor desempenho apresentado pelas linhagens RV e SO, com viabilidade igual ou superior a 90%, com diferenças estatísticas quando comparada às outras linhagens (Tabela 12). Esse parâmetro está relacionado à adequação do hospedeiro à praga, e é uma característica desejável em programas de controle biológico (BESERRA; PARRA, 2004), visto que os parasitoides da geração seguinte poderão contribuir para o controle da praga. O percentual de emergência dos ovos parasitados mostra também se o hospedeiro é suficientemente satisfatório para o parasitoide completar

seu desenvolvimento. Independentemente do percentual de parasitismo, baixas taxas de emergência podem prejudicar o sucesso do programa de controle biológico.

Com relação ao número de parasitoides emergidos por ovo de *H. armigera*, não foi observada diferença estatística entre as espécies/linhagens testadas, com uma variação numérica de emergência de 2,11 indivíduos/ovos para a linhagem AN e de 1,96 parasitoides emergidos por ovo para a espécie *Trichogrammatoidea annulata* (Tabela 13).

A razão sexual é outra característica biológica importante em programas de Controle Biológico Aplicado, sendo desejável a maior produção de fêmeas visto que elas são responsáveis pelo parasitismo. Houve diferenças estatísticas na razão sexual das linhagens, variando de $0,50 \pm 0,09$ a $0,65 \pm 0,03$ (Tabela 14), sendo a razão mais elevada apresentada pela linhagem RV. Outros autores também encontraram variação da razão sexual produzida em diferentes linhagens de *Trichogramma* (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1986; BROWNING; MELTON, 1987; PRATISSOLI; PARRA, 2001; BESERRA; DIAS; PARRA, 2003; SAMARA; MONJE; ZEBITZ, 2008; GEREMIAS, 2009).

A análise de agrupamento (“cluster analysis”) revelou a formação de dois grupos distintos quanto ao grau de similaridade, sendo o primeiro grupo constituído por RV e SO (*Trichogramma pretiosum*), e o segundo grupo constituído pelas demais espécies/linhagens (Figura 13). Devido aos parâmetros biológicos observados (maior parasitismo, menor duração ovo-adulto, alta emergência e razão sexual) as linhagens RV e SO mostraram-se como as mais promissoras dentre as testadas, para o controle de *H. armigera*.

Em geral, os resultados encontrados para os parâmetros biológicos avaliados evidenciaram a boa adequação dos ovos de *H. armigera* ao desenvolvimento de tricogramatídeos, principalmente das linhagens de *T. pretiosum* RV e SO, o que permite sugerir a sua indicação para o controle dessa praga. Os resultados mostram existir uma correlação entre o local de coleta dos parasitoides e parasitismo sobre *H. armigera*, desde que no Brasil Central (local de coleta da linhagem RV e SO) é onde a praga tem sido registrada com maior frequência.

Tabela 12 - Médias ($\pm$ EPM) referentes ao parasitismo total e diário e viabilidade do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata*, em ovos de *Helicoverpa armigera* utilizados no processo de seleção espécies/linhagens para o controle de *Helicoverpa armigera*. Temp.: $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h

Espécie/ Linhagem	Parasitismo total ⁽¹⁾	Viabilidade (%) ⁽¹⁾	Parasitismo Diário ⁽¹⁾
<i>T. pretiosum</i>			
RV	63,85 $\pm$ 5,62a	93,75 $\pm$ 1,53a	3,54 $\pm$ 0,75a
SO	55,61 $\pm$ 5,99a	90 $\pm$ 3,39ab	2,88 $\pm$ 0,62ab
PR	29,68 $\pm$ 3,03b	87,77 $\pm$ 2,93b	1,56 $\pm$ 0,39ab
47 A	20,66 $\pm$ 6,13bc	79,22 $\pm$ 6,3bc	1,43 $\pm$ 0,28ab
AN	7,94 $\pm$ 1,19c	68,88 $\pm$ 9,6c	0,65 $\pm$ 0,29b
<i>Trichogrammatoidea annulata</i> (TR)	22,15 $\pm$ 2,29bc	81,18 $\pm$ 5,7bc	1,45 $\pm$ 0,42ab

⁽¹⁾ Médias $\pm$ Erro Padrão da Média (EPM) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível 5% de probabilidade

Tabela 13 - Médias ($\pm$ EPM) referentes a duração ovo-adulto (dias) e número de adultos emergidos de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* em ovos de *Helicoverpa armigera* utilizados no processo de seleção espécies/linhagens para o controle de *Helicoverpa armigera*. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h

Espécie/Linhagem	Duração ovo-adulto (dias) ⁽¹⁾	Número de adultos emergidos por ovo ⁽¹⁾
<i>T. pretiosum</i>		
RV	$10,40 \pm 0,07a$	$2,01 \pm 0,22a$
SO	$10,63 \pm 0,02ab$	$2,00 \pm 0,12a$
PR	$10,72 \pm 0,17ab$	$1,98 \pm 0,32a$
47A	$10,91 \pm 0,14b$	$2,00 \pm 0,15a$
AN	$12,45 \pm 0,06c$	$2,11 \pm 0,14a$
<i>Trichogrammatoidea annulata</i> (TR)	$10,42 \pm 0,77a$	$1,96 \pm 0,26a$

⁽¹⁾ Médias $\pm$ Erro Padrão da Média (EPM) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível 5% de probabilidade

Tabela 14 - Médias ($\pm$ EPM) referentes a longevidade e razão sexual de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata*, em ovos de *Helicoverpa armigera* utilizados no processo de seleção espécies/linhagens para o controle de *Helicoverpa armigera*. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h

Espécie/Linhagem	Longevidade (dias) ⁽¹⁾	Razão sexual ⁽¹⁾
<i>T. pretiosum</i>		
RV	$15 \pm 1,05a$	$0,65 \pm 0,03a$
SO	$12 \pm 1,05ab$	$0,57 \pm 0,05b$
PR	$14,1 \pm 0,79a$	$0,50 \pm 0,08c$
47A	$12,95 \pm 1,08ab$	$0,63 \pm 0,07b$
AN	$9 \pm 0,84b$	$0,57 \pm 0,09c$
<i>Trichogrammatoidea annulata</i> (TR)	$11,4 \pm 0,93ab$	$0,57 \pm 0,06b$

⁽¹⁾Médias $\pm$ Erro Padrão da Média (EPM) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível 5% de probabilidade

Figura 13 – Dendrograma resultante da análise de agrupamento realizada com base nos parâmetros biológicos avaliados (duração do período ovo-adulto, longevidade das fêmeas, viabilidade de parasitismo, parasitismo total e diário, número de adultos emergidos por ovo e razão sexual) comparativo de 6 espécies/linhagens de *Trichogramma pretiosum* e 1 de *Trichogrammatoidea annulata*, criadas sobre ovos de *Helicoverpa armigera*. Linhagens RV, SO, PR, 47A, AN = *Trichogramma pretiosum*; TR = *Trichogrammatoidea annulata*.

4.4 Determinação do número ideal de parasitoides de *T. pretiosum* linhagem RV por ovo de *H. armigera*

De acordo com a seleção das linhagens/espécies realizada em laboratório (item 4.3), determinou-se que a espécie *T. pretiosum* linhagem RV é ao lado da linhagem SO, a mais adequada para o controle *H. armigera*. Assim, pelas vantagens numéricas sobre SO, optou-se pela linhagem RV que foi selecionada para o experimento em casa de vegetação, visando determinar o número ideal de parasitoides a ser liberado por ovo de *H. armigera*.

Foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados para determinação do número ideal de parasitoides de *T. pretiosum* linhagem RV por ovo de *H. armigera*. O valor máximo de parasitismo em ovos da praga foi atingido na densidade de 3,2 parasitoides por ovo (Figura 14), diferindo estatisticamente das outras densidades de parasitoides. As densidades de 1,6; 6,4 e 12,8 não apresentaram diferenças estatísticas entre si (Figura 14). Nas duas densidades mais altas de 25,6 e 51,2 de parasitoides por ovo foi observado um baixo parasitismo,

provavelmente por ter ocorrido um superparasitismo, devendo-se descartar essas densidades para liberação.

A definição da proporção ideal de parasitoides por ovo é muito importante, pois dentre os fatores que podem interferir no decréscimo do parasitismo está o superparasitismo, que pode ocorrer quando são liberados números excessivos de parasitoide por ovo do hospedeiro (LOPES, 1988). Knipling (1977) constatou, por meio de modelos de simulação, que números crescentes de parasitoides liberados por unidade de área levam a uma redução na eficiência de *Trichogramma*, pois à medida que cresce a sua densidade, a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo diminui.

Algumas pesquisas têm demonstrado que o número de parasitoides a ser liberado pode variar em função da fenologia da planta, da espécie e da linhagem, bem como da dinâmica e da postura do hospedeiro; por este motivo vale salientar a importância das pesquisas sobre comportamento do hospedeiro para melhoramento dos programas de manejo integrado de pragas (LOPES, 1988; SÁ; PARRA; SILVEIRA NETO, 1993; SÁ; PARRA, 1993; MOLINA, 2003). O número ideal de parasitoides a ser liberado pode variar de acordo com a densidade do plantio e da intensidade da infestação da praga no campo e outras características intrínsecas de cada cultura (SÁ; PARRA, 1993). Além disso, as espécies de *Trichogramma* apresentam grande variação no seu comportamento de procura, preferência hospedeira e resposta às condições ambientais (HASSAN, 1997).

Sá e Parra (1993) obtiveram a proporção ideal de 10,67 indivíduos de *T. pretiosum* por ovo de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). Lopes (1988) obteve parasitismo ideal de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera, Trichogrammatidae) na proporção de 1,6 a 3,2 parasitoides por ovo de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) e de *T. pretiosum* 10,7 parasitoides por ovo de *D. saccharalis*. Para o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) na cultura do tomate a proporção de 16 parasitoides por ovo atinge as taxas mais altas de parasitismo (PRATISSOLI et al., 2005). Nava et al. (2005), obtiveram a relação de 20 a 30 parasitoides (*T. pretiosum*) por ovo de *Stenoma catenifer* (Walsingham, 1912) (Lepidoptera: Elachistidae). Bueno (2009), obteve proporção ideal de 25,6 parasitoides (*T. pretiosum*) por ovo de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) e de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae).

Figura 14 - Parasitismo total de *Trichogramma pretiosum* em diferentes densidades populacionais sobre ovos de *Helicoverpa armigera* em plantas de soja. Barras seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.5 Capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* e *Chrysodeixis includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae)

O parasitismo em ovos das duas espécies de pragas por *T. pretiosum* não apresentaram diferenças significativas nos testes sem chance de escolha, sendo que, em ovos de *H. armigera*, o número médio de ovos parasitados foi de $9,87 \pm 1,16$, e para *C. includens* o parasitismo foi de $9,72 \pm 1,05$ ovos parasitados.

Tabela 15 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para média de ovos parasitados de *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* por *Trichogramma pretiosum* com chance de escolha. Temp.: $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Intercepto			
<i>C. includens</i>	$-0,089 \pm 0,18$	-0,47	0,63
<i>H. armigera</i>	$0,003 \pm 1,08$	0,01	0,99

Entretanto, no teste com chance de escolha houve diferenças significativas ($p < 0,05$). Foi observada maior ocorrência de ovos parasitados em *H. armigera*, ($\bar{x} = 6,88 \pm 1,25$), quando comparado a *C. includens* ($\bar{x} = 2,64 \pm 0,65$).

Tabela 16 - Valores estimados ($\pm$ DP) pela regressão logística para média de ovos parasitados de *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* por *Trichogramma pretiosum* com chance de escolha. Temp.: $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h

	Valor estimado ($\pm$ DP)	Valor Z	P
Intercepto			
<i>C. includens</i>	$-1,88 \pm 0,30$	-6,17	1.35e-07***
<i>H. armigera</i>	$1,23 \pm 0,37$	3,30	0.0018**

As diferenças entre os parâmetros biológicos de *T. pretiosum* em ovos de *C. includens* e *H. armigera* também podem ser justificadas pelas diferentes características entre os ovos dos hospedeiros. A preferência hospedeira de fêmeas do gênero *Trichogramma* que já havia anteriormente sido observado por Molina et al. (2005) e Volpe et al. (2006) tem provavelmente relações complexas, com a **qualidade nutricional de cada hospedeiro**, que está sendo escolhido, para o parasitismo e também, em relação ao hospedeiro, em que o parasitoide foi multiplicado. Diferenças no hospedeiro incluem diferenças nas **superfícies, tamanho, estruturas do córion** de cada ovo hospedeiro e também algumas outras características, como as **mudanças na cor**, durante o desenvolvimento embrionário, **tamanho e volume do ovo**, como pode ser observado na Figura 15. Estes aspectos mencionados poderão ser futuramente pesquisados, para que sejam definidas razões num processo competitivo do parasitoide para parasitar ovos de espécies de lepidópteros que ocorrem simultaneamente na cultura da soja. Todas essas

peculiaridades específicas de cada ovo do hospedeiro, assim como as diferenças relativas de cada hospedeiro podem influenciar não apenas o tempo de manuseio e exploração por *Trichogramma* spp. necessário, para cada hospedeiro, mas também na suscetibilidade deste hospedeiro, assim como, no desenvolvimento do parasitoide (CÔNSOLI et al., 1999).

Figura 15 - Diferenças na coloração e no tamanho dos ovos de *Helicoverpa armigera* (A) e *Chrysodeixis includens* (B) em soja

A influência dessas características sobre *Trichogramma* spp. já foi relatado anteriormente por Cônsoli, Kitajima e Parra (1999), que estudaram a influência das diferentes características do ovo das espécies *D. saccharalis*, *A. gemmatilis*, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797), *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre as características

biológicas de *T. galloi* e *T. pretiosum*, pode-se destacar a diferença entre a espessura do córion da broca-da-cana e da lagarta-da-soja, pois a espessura do córion de *A. gemmatalis* é menor (de 3,75 a 5,81µm) quando comparado com *D. saccharalis* (de 4,80 a 6,53µm), fator que pode ser determinante na seleção pelo parasitoide.

Convém ressaltar na presente pesquisa que, a despeito de *T. pretiosum* linhagem RV, ter sido coletado em *C. includens* (Tabela 1), o que deveria condicioná-lo a esta espécie (BLEICHER; PARRA, 1985), ainda assim mostrou maior adequação para *H. armigera*.

5 CONCLUSÕES

1. Em condições de campo *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) prefere ovipositar em folhas de soja na parte superior da planta em todos os estádios fenológicos da cultura;
2. Em laboratório, para criação do inseto, devem ser utilizados casais de indivíduos recém emergidos e do mesmo dia;
3. As linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) provenientes de Rio Verde e Sorriso, de regiões mais quentes são as mais agressivas para o controle de *H. armigera*;
4. A proporção ideal de parasitoides para liberação em condições de campo é de 3,2 parasitoides por ovo da praga;
5. Em um processo competitivo entre 2 espécies de lepidópteros em soja, *T. pretiosum* tem preferência por *H. armigera* em relação a *Chrysodeixis includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae).

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J.A.; HAJI, F.N.P.; OLIVEIRA, J.V.; MOREIRA, A.N. Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1669-1674, 2000.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R.A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Tunis, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- ANDOW, D.A.; PROKRYM, D. R. Plant structural complexity and host-finding by a parasitoid. **Oecologia**, Heidelberg, v. 82, n. 2, p.162-165, 1990.
- ARAÚJO, A.C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate de indústria”**. 1990. 101 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de Évora, Évora, 1990.
- ARNÓ, J.; GABARRA, R.; ROIG, J.; FOSCH, T. Integrated pest management for processing tomatoes in the Ebro Delta (Spain). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 487, n. 1, p. 207-212, 1999.
- ÁVILA, C.J.; VIVIAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícola**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Circular Técnica, 1).
- BABARIYA P.M.; KABARIA B.B.; PATEL V.N.; JOSHI M.D.; Chemical control of gram pod bore *Helicoverpa armigera* Hübner infesting pigeonpea. **Legume Research**, Sadar Bazar, v. 33, p. 224-226, 2010.
- BESERRA, E.B.; PARRA, J.R.P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 119-126, 2004.
- BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 479-483, 2003.
- BIEVER, K.D. Effect of the temperature on the rate of search by *Trichogramma* and its potencial application in field releases. **Environmental Entomology**, College Park, v. 1, p. 194-197, 1972.
- BIGLER, F.; BIERI, M.; FRITSCHY, A.; SEIDEL, K. Variation in locomotion between strains of *Trichogramma maidis* and its impact on parasitism of eggs of *Ostrinia nubilalis* in the field. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 49, p. 283-290, 1988.

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 8, p. 929-940, 1989.

BOIVIN, G.; BRODEUR, J. Intra and interespecific interactions among parasitoids: mechanisms, outcomes and biological control. In: _____. (Ed.). **Trophic and guild interactions in biological control**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 123-144. (Progress in Biological Control, 3).

BOTELHO, P.S.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 11. p. 303-318.

BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lahan, v.59, n. 4, p. 823-834, 1966.

BRASIL. Ministério da Agricultura. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/combatehelicopterpa>>. Disponível em: 10 abr. 2016.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 12, de 18 de abril de 2013**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=73165263>> 2013>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BROADLEY, R.H. Distributions of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and 1st instar larvae on preflowering flue-cured tobacco plants in north Queensland. **Queensland Journal of Agriculture and Animal Science**, Brisbane, v. 35, p. 73–76, 1978.

BROWNING, H.W.; MELTON, C.W. Indigenous and exotic trichogrammatids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) evaluated for biological control of *Eoreuma loftini* and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) borers on sugarcane. **Environmental Entomology**, College Park, v. 16, n. 2, p. 360-3364, 1987.

BUENO, R.C.O.F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2008. 119 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; HADDAD, M.L. Desempenho de trichogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 389-394, 2009.

BUILDING, B.M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v. 8, n. 2, p. 171-182, 2007.

BUTT, B.A; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. 7 p.

CALDAS, J. O desafio de controlar uma praga. **XXI - Ciência para vida**, Brasília, n. 4, p. 44-45, 2013.

CLARKE, G.M.; MCKENZIE, L.J. Fluctuating asymmetry as a quality control indicator for insect mass rearing processes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, p. 2045-2050, 1992.

COLAZZA, S.; PERI, E.; SALERNO, G.; CONTI, E. Host searching by egg parasitoids: exploitation of host chemical cues. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. p. 97-147.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 17 ab. 2016.

CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Progress in biological control: egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. 465 p.

CÔNSOLI, F.L.; KITAJIMA, E.W.; PARRA, J.R.P. 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**, Seewiesen, v. 28, p. 211-229, 1999.

CÔNSOLI, L.F.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 43, n. 3/4, p. 271-275, 1999.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 107, p. 881-896, 2014.

CUNNINGHAM, J.P.; WEST, S.A.; WRIGHT, D.J. Learning in nectar foraging behaviour in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ecological Entomology**, London, v. 23, p. 363-369. 1998b.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P.; WEST, S.A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a polyphagous pest. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 89, n. 3, p. 201-207, 1999.

- CZEPAK, C.; ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K.C. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 4-11, 2013a.
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, jan./mar. 2013b.
- DAHLAN, A.N; GORDH, G. Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hubner) eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal Entomology**, Sydney, v. 35, p. 337-344, 1996.
- DALY, J.C; HOKKANEN H.M.T.; DEACON, J. Ecology and resistance management for *Bacillus thuringiensis* transgenic plants. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 4, p. 563-571, 1994.
- DOBZHANSKY, T.; WRIGHT, S. Genetics of natural population x dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, Bethesda, v. 28, p. 304-340, 1943.
- DUFFIELD, S.J.; CHAPPLE D.G. Within-plant distribution of *Helicoverpa armigera* Hübner and *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on irrigated soybean. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 40, p. 151-157, 2001.
- DE LA TORRE, S.L. **Trichogramma**: biología, sistemática y aplicación. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1993. 316 p.
- DURAIMURUGAN, P.; REGUPATHY, A. Mitigation of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) by conjunctive use of trap crops, neem and *Trichogramma chilonis* ishii in cotton. **International Journal of Zoological Research**, Faisalabad, v. 1, n. 1, p. 53-58, 2005.
- FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H.A.(Ed.). **Soybean: pest resistance**. Cairo: InTeOpP, 2013. p. 231-280.
- FIREMPONG, S.; ZALUCKI, M. P. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): the role of some herbivore attributes. **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 39, n. 3, p. 343-350, 1991.
- FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 34, p. 17-52, 1989.
- FOURNIER, F.; BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 1, p. 55-63, 2000.

FROZZA, A. ***Helicoverpa armigera***: conheça a lagarta e veja ações de manejo para combate-la. 2013 Disponível em:

<<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2013/09/helicoverpa-armigera-conheca-alagarta-e-veja-acoes-de-manejo-para-combate-la-4283178.html>> Acesso em: 10 abr. 2016.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GEREMIAS, L.D. **Seleção de linhagens e efeito da temperatura e do alimento no desempenho de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em milho**. 2009. 83 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

GUERRA, W.D.; GUERRA, A.L.L.D.; RIBAS, L.N.; GONÇALVES, R.M.; MASTRANGELO, T. Molecular identification of a parasitic fly (Diptera: Tachinidae) from the introduced *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Entomology Ornithology Herpetology**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1-4. 2014.

GUO, Y.Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, Peking, v. 40, n. 1, p. 1-6, 1997.

HAJI, F.N.D.; JIMENEZ VELASQUEZ, J.; BLEICHER, E.; ALENCAR, J.A.; HAJI, A.T.; DINIZ, R.S. **Tecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp.** Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1998. 24 p.

HARRISON, W.W.; KING, E.G.; OUZTS, J.D. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 2, p. 118-121, 1985.

HASSAN, S.A. 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**, Paris, v. 34, p.19–27, 1989.

_____. Guidelines for the evaluation of side- effects of plant protection product on *Trichogramma caoeciae*. In: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL OF NOXIOUS ANIMALS AND PLANTS. **Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms"**, Montfavet: Bulletin OILB/SROP, 1992. p. 18-39.

_____. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, Oxford, v. 37, p. 387-391, 1993.

_____. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-206.

_____. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. chap. 3, p. 55-71.

HASSAN S.T.S.; WILSON L.T.; BLOOD P.R.B. Oviposition by *Heliothis armigera* and *H. punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on okra leaf and smooth-leaf cotton. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, p. 710-716, 1990.

HEIMPEL, G.E.; DE BOER, J.G. Sex determination in the Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 53, p. 209-230, 2008.

HENDRICKS, D.E. Effect of Wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 60, n. 30, p. 1367-1373, 1967.

HILLHOUSE, T.L.; PITRE H.N. Oviposition by *Heliothis* on soybeans and cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, p.144-146. 1976.

JAYARAJ, S. Biological and ecological studies of *Heliothis armigera* in Icrisat. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON HELIOTHIS MANAGEMENT, 1., 1982, Patancheru. **Proceedings...** Andhra Pradesh: International Crops Research Institute for the Semi-arid tropics, 1982. p. 17-28.

KANOUR JUNIOR, W.W.; BURBUTIS, P.P. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in the corn and hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 1, p. 103-107, 1984.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Islamabad, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.

KING, E.G.; COLEMAN, R.J. Potential for biological control of *Heliothis* species. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 34, n. 1, p. 53-75, 1989.

KNIPLING, E.F. The theoretical basis for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. (Ed.). **Biological control by augmentation of natural enemies**. New York: Plenum Press, 1977. p. 79-123.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 43, p. 243-270, 1998.

KÖLLIKER-OTT, U.M.; BIGLER, F.; HOFFMANN, A.A. Field dispersal and host location of *Trichogramma brassicae* is influenced by wing size but not wing shape. **Biological Control**, Orlando, v. 31, p. 1-10, 2004.

KUMAR, S.; SAINI, S. K.; RAM, P. Natural mortality of *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs in the cotton ecosystem. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Libertyville, v. 11, n. 1, p. 17-25, 2009.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera*** (Hübner, 1808). 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2016.

LENTEREN, J.C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____ (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publ., 2003. p. 1-18.

_____. Quality control and production of biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, Dordrecht, v. 57, p. 1-20, 2012.

LIU, F.H.; SMITH, S.M. Measurement and selection of parasitoid quality for mass-reared *Trichogramma minutum* Riley used in inundative release. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 10, p. 3-13, 2000.

LOPES, J.R.S. **Estudos bioecológicos de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera, Trichogrammatidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae)**. 1988. 141 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

MABBETT, T.H.; NACHAPONG, M. Within-plant distribution of *Heliothis armigera* eggs on cotton in Thailand. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 30, p. 367–371, 1984.

MAHDAVI, V.; SABER, M.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; MEHRVAR, A. Comparative study of the population level effects of carbaryl and abamectin on larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **BioControl**, Dordrecht, v. 56, p.823-830, 2011.

MATTHEWS, M. **Heliothinae moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO, 1999. 320 p.

McCAFFERY, A.R.; AHMAD, M.; WALKER, C.H.; GLADWELL, R.T.; LEE, K.S. Studies on resistance to insecticides in the cotton bollworm *Heliothis armigera* with special reference to the pyrethroids. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE ON PESTS AND DISEASES, 2., 1986, Brighton. **Proceedings...** Brighton: Metropole, 1986. v. 2, p. 591-598.

MENSAH, R.K. Supresssion of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition

by use of the natural enemy food supplement Envirofeast. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 35, n. 4, p. 323-329, Nov. 1996.

MOLINA, R.M.S. **Bioecologia de duas espécies de Trichogramma para o controle de Ecdytolopha aurantiana (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOLINA, R.M.S.; FRONZA, V.; PARRA, J.R.P. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 152-158, 2005.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMES, D.R; ROGGIA, S.; HOFFMMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F; CORSO, I.C; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas de soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CÔRREA-FERREIRA, B.S; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 213-334.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, p. 17-26, 2011.

NAVA, D.E.; HADDAD, M.L; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenoma canetifer* e comprovação do modelo em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 961-967, 2005.

NAVASERO, R.C.; RAMASWAMY, S.B. Morphology of leaf surface trichomes and its influence on egg laying by *Heliothis virescens*. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 342–353, 1991.

NAZRUSALAM, A.A.; AHMAD, T.; ALI, H. Relative performance of insecticides and multineem schedules for management of pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) in pigeonpea. **Journal of Biological Sciences**, Jaipur, v. 7, p. 1545-1547, 2007.

NIKONOV, P.V.; LEBEDEV, G.L.; STARTCHEVSKY, I.P. *Trichogramma* production in the USSR. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 1991, San Antonio. **Proceedings...** Paris: INRA, 1991. p. 151-152.

NOLDUS, L.P.J.J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 108, p. 425-451, 1989.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. 586 p.

NYAMBO, B.T. Significance of host-plant phenology in the dynamics and pest incidence of the cotton bollworm, *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), in Western Tanzania. **Crop Protection**, Guildford, v. 7, p. 161–167, 1988.

OBOPILE, M.; MOSINKIE K.T. Integrated pest management for African bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Botswana: review of past research and future perspectives. **Journal of Agricultural, Food, and Environmental Science**, Botswana, v. 1, p. 1-9, 2007.

OLSON, D.M.; ANDOW, D.A. Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on various surfaces. **Biological Control**, Orlando, v. 39, p. 329-335, 2006.

PAK, G.A. Inundative release of *Trichogramma* for the control of cruciferous Lepidoptera: preintroductory selection of an effective parasitoid. In: TALEKAR, N.S. (Ed.). **Diamond back moth and other crucifer pests**. Tainan, Taiwan: AVRDC, 1992. p. 92-368.

PAK, G.A.; VAN LENTEREN, J.C. Criteria and methods for the pre-release evaluation of different *Trichogramma* spp. strains. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 2., 1988, Guangzhou. **Proceedings...** Paris: INRA. 1988. p. 165-172. (Les Colloques de l'INRA, 43).

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 121-150.

_____. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 134 p.

_____. A prática do controle biológico de pragas no Brasil. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MARLEBO-SOUZA, D.T. (Ed.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: FEALQ, 2006. cap. 2, p. 11-24.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. Uso de *Trichogramma pretiosum* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA, NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 54-75.

_____. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 82, p. 153-160, 1986.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico uma visão inter e multidisciplinar. In: _____. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. cap. 8, p. 125-142, 2002.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; COELHO, J.R.A.; GEREMIAS, L.D.; CÔNSOLI, F.L. *Trichogramma* as a tool for IPM in Brazil. In: VINSON, B.; GREENBERG, S.M.; LIU, T.; RAO, A.; VOLOSCIUK, L.F. (Ed.). **Augmentative biological control using *Trichogramma* spp.: current status and perspectives**. Shaanxi: Northwest A&F University Press, 2016. In press.

PARSONS, F.S. Investigations on the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hb.). Part III. Relations between oviposition and the flowering curves of food plants. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 31, p. 147–177, 1940.

PAWAR, C.S.; BHATNAGAR, V.S.; JADHAV, D.R. *Heliothis* species and their natural enemies, with their potential for biological control. **Proceedings Indian Academy of Sciences**, New Delhi, v. 95, p. 695-703, 1986.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, Wallingford, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.13-39.

_____. A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, Lawrence, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

POGUE, M.G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1281-1288, 2000.

_____. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 613-616, 2005.

PRATISSOLI, D.; HOLTZ A.M.; GONÇALVES J.R.; OLIVEIRA, R.C.; VIANNA, U.R. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, criados em ovos de *Sitotroga cerealella* e *Anagasta kuehniella*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 562-565, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015. 3501 p.

RAFIEE-DASTJERDI, H.; HEJAZI, M.J.; NOURI-GANBALANI, G.; SABER, M. Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Entomological Society of Iran**, Tehran, v. 28, p. 27-37, 2008.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 56, n. 1, p. 127-140, 1965.

REED, W.; POWAR, C.S. *Heliothis*: a global problem. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON *HELIOTHIS* MANAGEMENT, 1., 1982, Patancheru. **Proceedings...** Patancheru: ICRISAT, 1982. Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAN777.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

REIGADA, C.; GUIMARÃES, K.F.; PARRA, J.R.P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: a perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 16, p. 1-5, 2016.

ROOME, R.E. Activity of adult *Heliothis armigera* (Hb.) (Lepidoptera, Noctuidae) with reference to the flowering of sorghum and maize in Botswana. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 65, p. 523-530. 1975.

SÁ, L.A.N. de; PARRA, J.R.P. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 355-359, 1993.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 226-231, 1993.

SALLAM, M.N.; OVERHOLT, W.A.; KAIRU, E. Dispersal of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* in a new ecosystem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 98, p. 211-217, 2001.

SAMARA, R.Y.; MONJE, J.C.; ZEBITZ, C.P.W. Comparasion of different European strains of *Trichogramma aurosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) using fertility life table. **Biological Science and Technology**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 75-86, 2008.

SAXENA, H.; MALL, S.B.; AND SACHAN, J.N. Quantitative estimates of *Helicoverpa armigera* incidence and yield of chickpea due to variation. **Tunisian Journal of Plant Protection in Sowing Dates**, Tunis, v. 4, n. 1, p. 185-192, 1998. Apresentado no NATIONAL SYMPOSIUM ON MANAGEMENT OF BIOTIC AND ABIOTIC STRESSES IN PULSE CROPS, 11., 1998, Kanpur.

SILVA, S.M.T.; HOHMANN, C.L. Parasitismo de ovos de *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) em mandioca por *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 17, p. 87-93, 1988.

SINGH, S.P.; BALLAL, C.R.; POORANI, J. Old world bollworm *Helicoverpa armigera*, associated Heliothinae and their natural enemies. **Project Directorate of Biological Control, Technical Bulletin**. Bangalore, v. 31, p. 100-135, 2002.

SRIVASTAVA, C.P.; AHMAD, R.; UJAGIR, R.; DAS, S.B. *Helicoverpa armigera* management in pulses present scenario and future strategies. **Proceedings of Indian Society of Pulses Research and Development**. Recent Advances in *Helicoverpa armigera*, Kanpur, v. 1, p. 265-286, 2005.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* sp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-231, 1987.

STILING, P. Why do natural enemies fall in classical biological control programs? **American Entomologist**, Lanham, v. 39, p. 31-37, 1993.

STINNER, R.E.; GUTIERREZ, A.P.; BUTLER JR.A.P. Analgorithm for temperature-dependent growth rate simulation. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.106, p. 519-524, 1974.

SUN, X.; WANG, H.; SUN, X.; CHEN, X.; PENG, C.; PAN, D. Biological activity and field efficacy of a genetically modified *Helicoverpa armigera* SNPV expressing an insect-selective toxin from a chimeric promoter. **Biological Control**, Orlando, v. 29, n. 1, p. 124-137, 2004.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SLLVIE, P. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11, p. e80134, 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0080134.

TERRY, I.; BRADLEY, J.R.; VAN DUYN, J.W. Within-plant distribution of *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on soybeans. **Environmental Entomology**, College Park, v. 16, p. 625-629, 1987.

TOPPER, C.P. Nocturnal behaviour of adults of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Sudan Gezira and pest control implications. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 77, p. 541-554, 1987.

VASCONCELOS, G.R. **Seleção de linhagens e efeito do hospedeiro na qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro.** 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o Controle Biológico.*** Piracicaba: FEALQ. 1997. p. 67-119.

VOLKOFF, A.N.; DAUMAL, J.; BARRY, P.; FRANÇOIS, M.C.; HAWLITSKY, N.; ROSSI, M.M. Development of *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Time table and evidence for a single larval instar. **International Journal Insect Morphology**, Oxford, v. 24, p. 459-466, 1995.

VOLPE, H.X.L.; DE BORTOLI, S.A.; THULER, R.T.; VIANA, C.L.T.P.; GOULART, R.M. Avaliação de características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em três hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**. Ribeirão Preto, v. 73, p. 311-315, 2006.

WAJNBERG, E. Intra-population genetic variation in *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A.(Ed). **Biological control with egg parasitoids.** Wallingford: CAB International, 1994. p. 245-266.

WANG, B.; FERRO, D.N.; HOSMER, D.W. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostriniae* in sweet corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 83, p. 337-345, 1997.

WARDHAUGH, K.G.; ROOM, P.M.; GREENUP, L.R. The incidence of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton and other host-plants in the Namoi Valley of New South Wales. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 70, p. 113–131, 1980.

YONG, T.; HOFFMANN, M.P. Habitat selection by the introduced biological control agent *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and implications for nontarget effects. **Environmental Entomology**, College Park, v. 35, n. 3, p. 725-732, 2006.

YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, E.A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**, College Park, v. 13, n. 2, p. 371-374, 1984.

ZALUCKI, M.P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P.H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 34, n. 6, p. 779–814, 1986.

ZUCCHI, R.A.; QUERINO, R.B.; MONTEIRO, R.C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Org.). **Egg parasitoids in agrosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. p. 219-236.