**BIOECOLOGIA DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879, PARA O
CONTROLE DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818, NA CULTURA DA SOJA**

BRUNO ALEXIS ZACHRISSON SALAMINA

Biólogo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de
Concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo-Brasil

Setembro-1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Zachrisson Salamina, Bruno Alexis

Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, para o controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818, na cultura da soja / Bruno Alexis Zachrisson Salamina. - Piracicaba, 1997.

106 p. : il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Bioecologia 2. Controle biológico 3. Lagarta da soja 4. Praga agrícola 5. Soja
6. Tricogramatídeo I. Título

CDD 632.78
633.34

**BIOECOLOGIA DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879, PARA O
CONTROLE DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818. NA CULTURA DA SOJA**

Bruno Alexis Zachrisson Salamina

Aprovada em: 21.10.97

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

ESALQ/USP

Prof. Dr. João R. S. Lopes

ESALQ/USP

Prof. Dr. Paulo Sergio M. Botelho

UFSCar

Dra. Beatriz S. Corrêa-Ferreira

EMBRAPA/CNPSo

Prof. Dr. Luis Amilton Foerster

UFPr

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

**Aos meus pais, Boris e Bruna,
pela grandiosa lição de vida
mostrada ao longo dos anos.**

DEDICO

**À minha esposa, María Inés, pelo
amor, paciência e compreensão,
durante esta longa, mas
gratificante jornada.**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), pela excelente orientação e inestimável apoio, no decorrer deste trabalho.

Aos Professores do curso de Pós-Graduação do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

À Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Evoneo Berti Filho e Dr. José Roberto Postali Parra, professores do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pela criteriosa correção do “Summary”.

Ao Dr. Luis Amilton Foerster, professor do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pelo fornecimento da linhagem do parasitóide utilizada no presente trabalho.

Ao Dr. Roberto Antonio Zucchi, professor do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pela identificação do parasitóide.

Aos funcionários e estagiários do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pela atenção dispensada, em especial à Neide Graciano Zério e ao Heraldo Negri de Oliveira, pela valiosa cooperação nos trabalhos desenvolvidos.

Às bibliotecárias do Campus da USP, em Piracicaba, Kátia M. P. de Andrade e Eliana M. G. Sabino, pela revisão das referências bibliográficas.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação de Entomologia, pela convivência durante o decorrer do curso.

Aos colegas do Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), em especial aos Drs. Pedro Him e Kilmer Von Chong, pelo apoio e amizade durante os anos de convivência.

Aos amigos Axel Garcia, Alvis Adames, Alessandra Elias, Christian Carranza, Silvia Monteil, Teresinha Giustolin e Pedro Neves, pela amizade durante esses anos.

A todas as pessoas que contribuíram na conclusão desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xv
 1. INTRODUÇÃO.....	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA	 3
2.1. Bioecologia.....	5
2.2. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> e do parasitismo natural de <i>T. pretiosum</i>	17
2.3. Fatores que afetam a eficiência do parasitóide	20
 3. MATERIAL E MÉTODOS.....	 26
3.1. Estudos bioecológicos em laboratório	26
3.1.1. Criação do hospedeiro natural, <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818.....	26
3.1.2. Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller).....	28
3.1.3. Manutenção e multiplicação das linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879.....	29
3.1.4. Linhagens de <i>T. pretiosum</i>	29
3.1.4.1 Seleção da linhagem de <i>T. pretiosum</i>	30
3.1.5. Biologia em diferentes temperaturas da linhagem selecionada de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>A. gemmatalis</i>	31
3.1.6. Determinação das exigências térmicas de <i>T. pretiosum</i> sobre ovos de <i>A. gemmatalis</i>	33
3.1.7. Capacidade de parasitismo da linhagem selecionada de <i>T. pretiosum</i> ..	33

3.1.8. Tabela de vida de fertilidade	34
3.2. Experimentos em casa-de-vegetação e telados	35
3.2.1. Determinação do número ideal de <i>T. pretiosum</i> a ser liberado por ovo de <i>A. gemmatalis</i>	35
3.2.2. Determinação do número de ovos, em infestações artificiais, para causar danos por <i>A. gemmatalis</i>	38
3.2.3. Comprovação conjunta dos experimentos propostos em 3.2.1. e 3.2.2., em condições de telado	39
3.3. Experimentos de campo	40
3.3.1. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de <i>A. gemmatalis</i> e do parasitismo natural por <i>T. pretiosum</i>	40
3.3.2 Comprovação conjunta dos experimentos propostos em 3.2.1 e 3.2.2, em condições de campo.	41
3.3.3. Capacidade de dispersão de <i>T. pretiosum</i>	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Estudos bioecológicos em laboratório	44
4.1.1. Seleção da linhagem de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879.....	44
4.1.1.1. Aspectos biológicos e parasitismo de 2 linhagens de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818.....	44
4.1.2. Biologia da linhagem L.Pr. de <i>T. pretiosum</i> selecionada em ovos de <i>A. gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas.	48
4.1.3. Determinação das exigências térmicas da linhagem L.Pr. de <i>T. pretiosum</i> , em ovos de <i>A. gemmatalis</i>	54
4.1.4. Capacidade de parasitismo de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>A. gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas	57
4.1.5. Tabela de vida de fertilidade de <i>T. pretiosum</i> mantido em ovos de <i>A. gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas	62

4.2. Experimentos em casa-de-vegetação e telado	63
4.2.1. Determinação do número ideal de <i>T. pretiosum</i> a ser liberado por ovo de <i>A. gemmatalis</i>	63
4.2.2. Determinação do número de ovos, em infestações artificiais, para cuasar danos por <i>A. gemmatalis</i>	66
4.2.3. Avaliação da eficiência de <i>T. pretiosum</i> em infestações artificiais de <i>A. gemmatalis</i> , em condições de telado	69
4.3. Experimentos de campo	71
4.3.1. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de <i>A. gemmatalis</i> e do parasitismo natural de ovos de <i>T. pretiosum</i>	71
4.3.2. Avaliação da eficiência de <i>T. pretiosum</i> em infestações artificiais de <i>A. gemmatalis</i> , em condições de campo	73
4.3.3. Capacidade de dispersão da linhagem L.Pr. de <i>T. pretiosum</i> em relação a ovos de <i>A. gemmatalis</i>	75
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
6. CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		PÁGINA
1	Composição da dieta artificial para <i>Anticarsia gemmatalis</i> (modificada por Greene et al., 1976).....	27
2	Linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> utilizadas na presente pesquisa.....	30
3	Valores médios de duração do ciclo, viabilidade, razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo, longevidade das fêmeas e parasitismo (24 horas) de duas linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> . Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas	46
4	Duração média do ciclo (ovo-adulto), viabilidade, razão sexual, número de indivíduos por ovo da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> , criada em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	50
5	Limite térmico inferior (tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) de <i>Trichogramma pretiosum</i> , criado em ovos de <i>A. gemmatalis</i> , em condições de laboratório. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	54
6	Temperatura base (tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) do período ovo-adulto de <i>Trichogramma pretiosum</i> , em diferentes hospedeiros, considerando-se diversos autores. (Calculados através do método da hipérbole).....	56

7	Número total de ovos parasitados por fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> sobre ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , nas diferentes temperaturas UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	60
8	Equações de regressão simples para combinações entre o parasitismo e longevidade da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> , em 7 temperaturas, com seus respectivos coeficientes de determinação.	61
9	Duração média da geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento (λ) para <i>Trichogramma pretiosum</i> sobre ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	63
10	Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitados pela linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> , em diferentes alturas da planta de soja, no estágio vegetativo V ₆ , em casa-de-vegetação.	64
11	Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> sob números crescentes de indivíduos da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> liberados, em plantas de soja (R ₃ e R ₈), mantidas em gaiolas com armação de madeira, com tela de náilon em casa-de-vegetação.	65
12	Número de lagartas, dez dias após a infestação, provenientes de infestação artificial com ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em soja 'Br-37' plantada em telado de náilon.	67

13	Efeito da liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> (linhagem L.Pr.), no parasitismo de ovos e na população de lagartas de <i>Anticarsia gemmatilis</i> , em soja 'IAC-48', plantada, em telado de náilon.	70
14	Efeito da liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> linhagem L.Pr., no parasitismo de ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i> , e no número de lagartas de por metro linear na cultura da soja, em condições de campo.	74
15	Parasitismo da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> e predação de ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i> , colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação, na cultivar 'Embrapa-48'.	76
16	Distância média (DM) e área de dispersão (S^2), com os respectivos modelos e coeficientes de determinação (R^2), para linhagem de L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anticarsia gemmatilis</i> , na localidade de Piracicaba.	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		PÁGINA
1	Folíolos de soja, mantidos em tubos de vidro com fundo chato, utilizados para infestar artificialmente plantas de soja, com ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	36
2	Copo plástico contendo cartelas com ovos parasitados por <i>Trichogramma pretiosum</i> (vide seta) utilizado para liberação nos ensaios de casa-de-vegetação, telado e campo.	37
3	Duração média do ciclo ovo-adulto da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> , criada em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	51
4	Porcentagem de emergência (viabilidade aparente) da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> , criada em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	51
5	Sobrevivência de adultos de <i>Trichogramma pretiosum</i> , da linhagem L.Pr., mantidos em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e Fotofase: 14 horas (Valores observados e estimados pela equação de Weibull).	53

6	Curva de velocidade de desenvolvimento de <i>Trichogramma pretiosum</i> linhagem L.Pr., criado em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , em diferentes temperaturas. UR: 70+10% e fotofase de 14 horas..	55
7	Parasitismo diário e acumulado de <i>Trichogramma pretiosum</i> (linhagem L.Pr.) mantido em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> em diferentes temperaturas. UR: 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. (As setas indicam 80% de parasitismo)	59
8	Flutuação populacional de ovos e lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> e parasitismo natural de ovos por <i>Trichogramma pretiosum</i> , em soja, relacionados com parâmetros climáticos e estágios fenológicos da soja, Piracicaba-SP. (G1-G6- Gerações de <i>T. pretiosum</i>).	72
9	Relação matemática entre o raio de dispersão da linhagem L.Pr. de <i>Trichogramma pretiosum</i> e a porcentagem de ovos de de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitados, na cultivar, 'Embrapa-48' de soja..	77

BIOECOLOGIA DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879, PARA O CONTROLE
DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818, NA CULTURA DA SOJA

Autor: BRUNO ALEXIS ZACHRISSON SALAMINA
Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Para se obterem informações de aspectos bioecológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando a sua utilização no controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, em soja, foram realizados estudos em condições de laboratório, semi-campo (casa-de-vegetação e telado) e campo. Inicialmente, foi selecionada uma linhagem do parasitóide, baseando-se em parâmetros biológicos, sendo escolhida aquela coletada em ovos de *A. gemmatalis* no Paraná, (L.Pr.), pela sua maior longevidade e estreita relação com o seu hospedeiro. Observou-se que a duração do ciclo de *T. pretiosum* é inversamente relacionada com o aumento da temperatura na faixa térmica estudada (18 a 32°C). Baseando-se em tabelas de vida de fertilidade, os dados da taxa líquida de reprodução (R_0) e de razão finita de aumento (λ), demonstraram que 28 e 30°C são as temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum*, sobre ovos de *A. gemmatalis*. A linhagem estudada é bastante rústica, pois a viabilidade e a razão sexual não foram afetadas pela temperatura entre 18 e 32°C. O aumento da temperatura (entre 18 e 32°C) levou a uma diminuição do período de parasitismo, embora a capacidade de parasitismo não tenha sido afetada pela temperatura, entre 22 e 32°C. As maiores taxas de parasitismo por *T. pretiosum* foram observadas, em telado, nas partes média e superior da planta. A dinâmica populacional de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* está relacionada com a fenologia da planta e baseando-se nas exigências térmicas da

linhagem estudada, podem ocorrer 6,5 gerações do parasitóide, entre o final da fase vegetativa (V_6) e vagens verdes completamente desenvolvidas (R_6). Em condições naturais, o parasitismo de ovos da lagarta-da-soja foi superior a 90%, em V_6 . A proporção de 5,3 parasitóides por ovo de *A. gemmatalis* possibilita a maior taxa de parasitismo, independentemente do estágio fenológico da soja. A alta predação, aliada a outros fatores (não identificados) indica que, para atingir o nível de controle de *A. gemmatalis* é necessária uma alta proporção de adultos, pois infestações controladas com 576 ovos por metro, levaram a uma população de apenas 10 lagartas por metro linear. A similaridade na eficiência de controle de *A. gemmatalis*, em campo e telado, através de liberações de *T. pretiosum*, atesta a adequação metodológica utilizada. A capacidade de dispersão de *T. pretiosum* para parasitar ovos de *A. gemmatalis* em 24 horas é de 8 m e corresponde a uma área de dispersão de 77 m^2 , assim a liberação de *T. pretiosum*, deve ser realizada em 130 pontos por ha. Os resultados obtidos atestam que *T. pretiosum* é um potencial agente de controle biológico de *A. gemmatalis*, ainda mais considerando-se, que, para as condições de campo e telado, o parasitismo pode ter sido subestimado, devido à alta predação observada.

BIOECOLOGY OF *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879, FOR CONTROLLING
Anticarsia gemmatalis HÜBNER, 1818, IN SOYBEAN

Author: BRUNO ALEXIS ZACHRISSON SALAMINA

Advisor: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

This research investigates bioecological aspects of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, in order to acquire basic knowledge for controlling *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, in soybean, by using this egg parasitoid. The experiments were carried out under laboratory conditions, semi-field (greenhouse) and field conditions. A parasitoid strain (L.Pr.) collected from eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, in Paraná, was selected because of its higher longevity and strict relationship with its host. It was observed that the duration of the *T. pretiosum* cycle is inversely related with the increase in temperature in the thermal range studied (18 to 32°C). Based on fertile-life tables, and estimated net reproduction rate (R_0) and finite increase ratio (λ), it was demonstrated 28 and 30°C are the most suitable temperatures for the development of *T. pretiosum* on *A. gemmatalis* eggs. The selected strain is very rustic, since its viability and sexual ratios were not affected by temperatures between 18 and 32°C. The increase of temperature (between 18 and 32°C) led to a reduction of the period of parasitization, although the capacity for parasitization was not been affected by temperatures between 22 and 32°C. The highest parasitization rates by *T. pretiosum* were observed under greenhouse, in the middle and upper parts of the plant. The populational dynamics of *A. gemmatalis* eggs (and caterpillars) is mainly related to the plant phenology. Based on the thermal demands of the selected strain, 6,5 generations of this parasitoid, may occur between the end of the vegetative phase (V_6) and completely developed green beans (R_6). Under natural

conditions, the parasitization of soybean caterpillar eggs was higher than 90%. at the end of the crop cycle. The proportion of 5,3 parasitoids per *A. gemmatalis* egg results in the highest rate of parasitization independently of the phenological stage of the soybean plant. The high level of predation, along with the other unidentified factors, indicate that, a high population of *A. gemmatalis* is necessary for the economic injury level of this pest to be reached, since artificial infestation with as many as 576 eggs per meter led to a population of only ten larvae per linear meter. The similarity in efficiency of control of *A.gemmatalis* in the field and under greenhouse conditions through releases of *T. pretiosum* , proves the suitability of the methodology used, in this study. The dispersion capacity of *T. pretiosum* for parasitization of *A. gemmatalis* eggs is 8 m in 24 hours and corresponds to a dispersion area of 77 square meters, thus the release of *T. pretiosum* should be carried out at 130 points per ha. The results obtained indicates that *T. pretiosum* is a potential biological control of *A. gemmatalis*, particularly when considering that for field and greenhouse conditions, parasitization may be underestimated, due to high predation rates observed.

1. INTRODUÇÃO

A soja, um dos principais produtos de exportação do Brasil, tem como principal praga desfolhadora a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Panizzi et al., 1977 e Gazzoni et al., 1981), capaz de causar reduções na produção, quando desfolhamentos superiores a 30% e 15%, ocorrerem na fase vegetativa e reprodutiva, respectivamente (Gazzoni et al., 1981).

A rápida expansão da cultura da soja, levou à ocupação de áreas cultivadas anteriormente por outras culturas, sendo que este aumento de área em locais de condições climáticas variáveis, exigiu a adoção de técnicas adequadas para a obtenção de alto rendimento agrícola. Para o controle de pragas, optou-se por uma visão inter e multidisciplinar, integrando-se diversos métodos de controle menos prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, na filosofia do Manejo de Pragas. O Controle Biológico como um todo e o Controle Biológico Aplicado, em particular, através da liberação inundativa de parasitóides, oferece uma alternativa compatível com tal filosofia e com a cultura da soja.

As espécies de *Trichogramma*, são amplamente utilizadas em programas de Controle Biológico, parasitando ovos de lepidópteros, em várias partes do mundo. No caso de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, existem registros da sua utilização, em nível comercial, em países como Colômbia e EUA, no controle de *A. gemmatalis* (Li, 1994a).

Índices elevados de parasitismo de *T. pretiosum* sobre ovos de *A. gemmatalis*, foram registrados no Vale do Cauca, na Colômbia (Garcia-Roa, 1991). Estudos visando a avaliação

do potencial de *T. pretiosum*, no controle de *A. gemmatalis*, em condições de laboratório, indicaram que este parasitóide apresenta uma grande adaptação ao hospedeiro natural, o que o torna um agente promissor no controle biológico desta praga na Argentina (Segade et al., 1994; Frias et al., 1994). Portanto, estes resultados sugerem a possível utilização deste parasitóide em programas de Manejo Integrado de Pragas, na cultura da soja, também no Brasil.

O sucesso ou fracasso das liberações de *Trichogramma*, dependem basicamente do conhecimento das características bioecológicas do parasitóide e da sua interação com o hospedeiro alvo, assim como do número de *Trichogramma* a ser liberado, densidade da praga, linhagem do parasitóide utilizada, época e número de liberações, método de liberação, fenologia da cultura, densidade de outros inimigos naturais presentes no agroecossistema e das condições climáticas locais (Smith et al., 1986 e Bouchier & Smith, 1996). Assim, para viabilizar a utilização de *T. pretiosum* no controle de *A. gemmatalis*, em liberações inundativas, são necessários estudos de laboratório, semi-campo e campo que avaliem os aspectos mencionados. Desta forma, esta pesquisa teve por objetivo avaliar o potencial de uso de *T. pretiosum*, como agente controlador de ovos de *A. gemmatalis*, na cultura da soja.

Para tal, estudaram-se a biologia e as exigências térmicas de *T. pretiosum* em condições de laboratório, assim como aspectos bioecológicos em semi-campo e campo, tais como a determinação do número de ovos de *A. gemmatalis* necessário (em infestações artificiais) para causar danos em soja, estabelecimento da relação ideal, número de parasitóides: ovo da praga, para se conseguir máximo parasitismo, bem como a capacidade de dispersão do parasitóide. A dinâmica populacional de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e o seu parasitismo natural por *T. pretiosum*, também foram estudados, correlacionando-os com parâmetros climáticos e com a fenologia da cultura, para fornecer informações necessárias às liberações deste parasitóide na cultura de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de *Trichogramma* como agente de controle biológico, deve-se principalmente à ampla distribuição geográfica das espécies e ao parasitismo encontrado em grande número de hospedeiros, pragas de diversas culturas. A sua elevada eficiência, também tem contribuído significativamente para que este parasitóide seja muito utilizado em programas de Controle Biológico Aplicado.

Nos últimos anos, diversas pragas agrícolas e florestais vêm sendo controladas por espécies do gênero *Trichogramma*, atingindo uma área total de liberação de 32 milhões de hectares (Li, 1994b). Mais de 200 espécies de pragas, pertencentes a 70 famílias e 8 ordens de insetos, predominando a ordem Lepidoptera, são parasitadas por *Trichogramma* (Parra et al., 1987a). Registros recentes indicam a sua ocorrência em diversas pragas de milho, arroz, soja, cana-de-açúcar, sorgo, algodão, tomate, hortaliças, entre outras culturas (Li, 1994a).

A ampla utilização de *Trichogramma* em programas de controle biológico, começou a partir do trabalho desenvolvido por Flanders (1927), que demonstrou a possibilidade de utilização de ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver), como hospedeiro alternativo para multiplicação do parasitóide, facilitando a criação e multiplicação em larga escala (Hassan, 1997). Durante muitos anos, os parasitóides deste gênero foram criados neste hospedeiro, até que Lewis et al. (1976) demonstraram a superioridade de *Anagasta kuehniella* (Zeller) como hospedeiro alternativo para algumas espécies de *Trichogramma*. No entanto, os chineses com grande tradição na produção deste parasitóide, têm utilizado outros hospedeiros alternativos, tais como *Corcyra cephalonica* (Stainton) e ovos e óvulos de

bichos-da-seda pertencentes às espécies *Antheraea pernyi* Guérin-Meneville e *Phylosamia cynthia ricini* Drury (Parra, 1997).

Das 20 espécies de *Trichogramma* mais utilizadas no controle de pragas agrícolas e florestais, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 tem-se destacado no controle de *Alabama argillacea* (Hübner), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), *Diatraea* spp., *Heliothis* spp., *Trichoplusia ni* (Hübner), *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), *Mocis latipes* (Guen.), *Plodia interpunctella* (Hübner), *Tuta absoluta* (Meyrick), na Colômbia, Cuba, Nicarágua, México, EUA e Uruguai (Hassan et al., 1988; Rodriguez & Galan, 1991), com uma ampla distribuição no continente americano (Pak & Oatman, 1982a).

Na Argentina, foram registrados exemplares de *T. pretiosum* e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagakartti parasitando ovos de *A. gemmatalis*, sendo a primeira espécie considerada como um agente de controle promissor para lepidópteros pragas de algodeiro e tomateiro (Alvarado & Lecuona, 1994; Botto et al., 1994). No Brasil, foram coletadas onze espécies de *Trichogramma*, associadas a diversas pragas nas culturas de cana-de-açúcar, algodão, milho, mandioca, soja e hortaliças, constatando-se ser *T. pretiosum* a espécie predominante, sendo referida em dezoito hospedeiros, com registros do seu parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* nas localidades de Guarapuava, Lapa e Londrina, no Paraná e em Piracicaba, no Estado de São Paulo (Foerster et al., 1996; Zucchi et al., 1990; Zucchi & Monteiro, 1994; 1997). Recentemente, Hohmann & Meneguín (1993) registraram, em Londrina, Paraná, parasitismo de *T. pretiosum* sobre *Stenoma catenifer* Walsingham, a broca-de-abacate.

A lagarta da soja, *A. gemmatalis* considerada uma espécie de clima tropical e subtropical, ocorrendo desde o sul dos EUA até a Argentina (King & Saunders, 1984), e referida por Turnipseed & Kogan (1976), como a principal praga desfolhadora da soja nos EUA, México, Colômbia, Venezuela, Brasil e Argentina. No Brasil, esta praga pode ocasionar reduções significativas na produção, atacando a cultura desde o sul de Goiás e Mato Grosso até o Rio Grande do Sul (Panizzi et al., 1977). Desfolhamentos de até 100%

na cultura, durante o florescimento, podem ocasionar reduções de 33% na produção (Ramiro & Oliveira, 1975).

Países com grande tradição na utilização de *Trichogramma*, como a Colômbia, têm demonstrado que entre cinco e seis liberações são suficientes para o controle de *A. gemmatalis*, reduzindo significativamente o número de aplicações de inseticidas (Garcia-Roa, 1991). Na Argentina, pesquisas recentes, têm indicado *T. pretiosum*, como um promissor agente de controle de ovos de *A. gemmatalis* (Botto et al., 1994), observando-se taxas de parasitismo superiores a 80% (Frias et al., 1994).

2.1. Bioecologia

Os insetos do gênero *Trichogramma* são holometabólicos, observando-se as fases de ovo, larva (3 ínstaras), pré-pupa, pupa e adulto (Moutia & Courtois, 1952; Hawlitsky & Boulay, 1982). No processo de desenvolvimento do terceiro instar larval, o ovo do hospedeiro torna-se escuro, devido a deposições de granulações pretas na membrana vitelínica, que nada mais são que produtos de excreção, na forma de uratos (Hawlitsky & Boulay, 1988), sendo esta uma característica marcante de ovos parasitados por *Trichogramma*. Estudos desenvolvidos na França e Austrália, demonstraram que *Trichogramma* apresenta apenas um instar larval (Volkoff et al., 1995 e Dahlan & Gordh, 1996).

O acasalamento das espécies de *Trichogramma* não é obrigatório e a reprodução pode ser sexuada ou partenogenética do tipo telitoca (uniparental), arrenótoca (biparental) e deuterótoca (Doutt, 1959). Stouthamer et al. (1990a,b) referem-se a *T. pretiosum* como uma espécie que também apresenta reprodução do tipo telitoca, que pode ser atribuída, principalmente, à presença de rickettsia (hoje definidas como α proteobactérias), do gênero *Wolbachia*, nos ovários das fêmeas (Pinto & Stouthamer, 1994). Diversas pesquisas

confirmam, que alterações citogenéticas, relacionadas com o processo meiótico dos gametas, permitem que fêmeas de *Trichogramma* infectadas com esta bactéria, dêem origem a fêmeas, a partir de ovos não fertilizados (Pinto et al., 1993; Pinto & Stouthamer, 1994).

O período de pré-oviposição de *T. pretiosum*, é sempre inferior a 24 horas (Moutia & Courtois, 1952), podendo ser de algumas horas (3h) para *Trichogramma brevicapillum* Pinto & Platner (Pak & Oatman, 1982a).

A presença de semioquímicos é um dos principais fatores envolvidos no parasitismo por *Trichogramma*. Alguns pesquisadores demonstraram que a aceitação ou rejeição do hospedeiro pode variar de acordo com as linhagens de *Trichogramma* (Dejong & Pak, 1984), sugerindo que substâncias químicas podem interferir no processo de reconhecimento do mesmo (Pak, 1988; Vinson, 1997). As escamas de lepidópteros que permanecem junto aos ovos, apresentam cairomônios que favorecem o parasitismo. Lewis et al. (1975) identificaram esta substância química, encontrada nas escamas de lepidópteros hospedeiros de *Trichogramma*, como sendo tricosano. Estudos realizados por Pratissoli (1989) avaliaram o efeito do cairomônio nas escamas deixadas sobre os ovos de *A. kuehniella*, observando-se a influência no número de descendentes, longevidade, porcentagem de parasitismo e razão sexual em posturas com presença de escamas, em comparação àquelas em que as escamas não estavam presentes. Existem evidências, de que o tricosano localizado nas escamas de *Helicoverpa zea* (Boddie), tem incrementado a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* (Noldus, 1985). O comportamento de "busca", também é favorecido na presença de cairômonios, constatando-se a sua influência sobre *Trichogramma evanescens* (Westwood) na localização de ovos de *Mamestra brassicae* (L.) (Smits, 1982).

O número de ovos colocado pelo parasitóide é variável, em função do volume do ovo do hospedeiro, sendo que este tamanho fornece ao parasitóide uma medida aproximada da quantidade de nutrientes contida no seu interior, que decrescem com a idade (Vinson, 1997). A curvatura da superfície do ovo, avaliada pelo parasitóide, é um parâmetro que pode definir a seleção e aceitação do hospedeiro (Schmidt & Smith, 1985). A avaliação inicial da

superfície do hospedeiro, pode ser afetada pela temperatura, prolongando-se com o decréscimo desta (Schmidt & Pak, 1991). Estudos realizados por Beckage & Riddiford (1983) e Charnov & Skinner (1985), demonstraram que características como o tamanho do corpo, fecundidade e longevidade, dependem basicamente da disponibilidade de alimento na fase larval. Barrett & Schmidt (1992), encontraram diferenças marcantes na quantidade de aminoácidos contidos no corpo de *Trichogramma minutum* (Riley), quando criado em *S. cerealella* e *Manduca sexta* L. Stein & Parra (1987), constataram o desenvolvimento de um único parasitóide em ovos de *S. cerealella* e *P. interpunctella*, com um número médio de parasitóides emergidos por ovo de *A. kuehniella* de 1,16, podendo-se encontrar até dois indivíduos por ovo. Resultados obtidos por Silva & Hohmann (1988) em um ovo de maior tamanho, demonstraram que podem emergir por ovo de *Erinnyis ello* (L.), de 1 a 45 parasitóides, com uma média de 14 tricogramatídeos por ovo. Tironi (1992) constatou 2,5 parasitóides por ovo de *H. zea*.

A razão sexual de espécies de *Trichogramma*, também é variável, influenciada pela temperatura, umidade, hospedeiro e idade das fêmeas (Voegelé, 1978). Entretanto, a qualidade do hospedeiro e' o principal fator que influencia a razão sexual segundo Green et al.(1982), seja pelo reconhecimento da qualidade do ovo, anteriormente à oviposição ou pela competição de recursos nutricionais no interior do hospedeiro (Vinson, 1997). No Brasil, Brun et al. (1981) constataram que espécies de *Trichogramma* coletadas em ovos de *Glena bipenaria* (Guen.), mantidos a 21°C, não produziram machos e quando transferidos a 31°C apresentavam partenogênese do tipo deuterótoca. A ausência de machos em algumas espécies de *Trichogramma*, foi atribuída à presença de rickettsia, do gênero *Wolbachia*, nos ovários de fêmeas do parasitóide (Stouthamer et al., 1993 e Stouthamer & Werren, 1993). A explicação para a obtenção de machos, seja pela exposição a temperaturas elevadas ou pelo fornecimento de antibióticos na dietas de adultos, e' baseada na inibição destas bactérias. Esta hipótese foi comprovada por Stouthamer et al.(1990a) e Parra et al. (1991), para *T. pretiosum*, oferecendo uma mistura de antibiótico com mel puro, para a alimentação de adultos, e obtendo machos mesmo em temperaturas mais baixas.

A influência da temperatura sobre a razão sexual de diversas espécies de *Trichogramma* é variável, observando-se alteração na razão sexual de *T. evanescens*, à medida que decresce a temperatura (Lund, 1938). Entretanto, vários pesquisadores (Calvin et al., 1984; Estevam et al., 1987; Bleicher & Parra, 1989; Parra et al., 1988; 1991), observaram que a condição térmica não afetou a razão sexual de *Trichogramma galloi* Zucchi, *Trichogramma distinctum* Zucchi e *T. pretiosum*. Também Tironi (1992) estudando aspectos bioecológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *T. pretiosum*, constatou a não influência das variações térmicas na razão sexual, na faixa de 15 a 30°C.

O desenvolvimento do *Trichogramma* é bastante influenciado por fatores como temperatura, umidade relativa e fotoperíodo, os quais podem afetar alguns parâmetros biológicos como duração do ciclo de desenvolvimento, razão sexual, longevidade, fecundidade e as taxas de parasitismo. Gou (1988) avaliou a influência destes fatores sobre *Trichogramma ostrinae* Pang & Cheng, determinando que a temperatura afetou a taxa de parasitismo, fecundidade e longevidade. Outros autores determinaram ser a temperatura o mais importante fator abiótico no desenvolvimento de *Trichogramma* (Butler Jr. & López, 1980; Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Cabello & Vargas, 1988 e Noldus, 1989).

A duração total do ciclo de espécies de *Trichogramma* é muito variável e depende, principalmente, da temperatura. O desenvolvimento de ovo até adulto para *T. pretiosum*, teve uma duração aproximada de 10 dias a 25°C, em ovos de *A. kuehniella* (Stein & Parra, 1987 e Bleicher & Parra, 1989). Tironi (1992) e Sá & Parra (1994a), encontraram resultados discordantes para a duração do ciclo de *T. pretiosum*, em ovos de *H. zea*, o que pode ser atribuído ao fato de serem linhagens diferentes.

Pesquisas realizadas por Butler Jr. & López 1980; Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Estevam et al., 1987; Parra et al., 1987a; Bleicher & Parra, 1989; Parra et al., 1990; Grillé & Basso, 1994; Pratisoli, 1995, demonstraram reduções do ciclo de desenvolvimento à medida que se aumenta a temperatura; tal tendência foi mantida por

outras espécies de *Trichogramma*, independente da origem das linhagens e do hospedeiro de criação (Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Bleicher & Parra, 1989).

Butler Jr. & López (1980) determinaram o tempo de desenvolvimento de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* e *T. ni* (Hübner), em 10 temperaturas constantes; ocorreu, em geral, um alongamento na duração do ciclo do parasitóide no primeiro hospedeiro.

Calvin et al. (1984) investigaram o efeito de sete temperaturas na faixa de 17 e 35°C (17, 20, 22, 25, 30, 35°C), sobre *T. pretiosum*, determinando que a maior velocidade de desenvolvimento, em todos os estágios, ocorreu a 30°C.

Durações do período ovo-adulto de *T. pretiosum*, criados em ovos de *Heliothis virescens* (Fabricius), em cinco temperaturas diferentes, dentro da faixa de 15 e 34°C, foram avaliadas por Harrison et al. (1985), constatando-se variações de 35,7 a 7,0 dias. De maneira semelhante, os resultados relatados por Bleicher & Parra (1989) para diferentes populações de *T. pretiosum* coletadas em ovos de *A. argillacea*, e criadas em ovos de *A. kuehniella*, mostraram durações do período de desenvolvimento entre 27,42 e 6,88 dias, para as temperaturas de 18 e 32°C, respectivamente.

Diversos pesquisadores têm determinado as exigências térmicas, para espécies de *Trichogramma* criadas em diferentes hospedeiros, fornecendo subsídios aos programas de controle biológico com este parasitóide (Goodenough et al., 1983; Calvin et al., 1984; Estevam et al., 1987; Bleicher & Parra, 1990a; Parra & Sales, 1994; Pratissoli, 1995; Foerster et al., 1996).

Goodenough et al. (1983) estudaram o desenvolvimento de *T. pretiosum* criado nos hospedeiros *Heliothis virescens* (Fabricius), *S. cerealella* e *A. kuehniella*, determinando o limiar térmico inferior (tb) e a constante térmica (K) de 10,22°C e 164,60 GD, 10,7°C e 174,60 GD e 10,05°C e 169,45 GD, respectivamente. Estevam et al. (1987) também

constatarem diferenças nas exigências térmicas de *T. pretiosum*, quando criado em ovos de hospedeiro natural (*H. virescens*) e alternativo (*A. kuehniella*).

Bleicher & Parra (1990a) estudaram a biologia e as exigências térmicas de populações de *T. pretiosum*, coletadas em ovos de *A. argillacea*, de três regiões do Brasil, demonstrando que existem variações no limiar inferior de temperatura, dependendo da procedência das linhagens.

Foerster et al. (1996) determinaram as exigências térmicas de *T. pretiosum* sobre ovos de *A. gemmatilis*, sendo sua temperatura base de 12,8°C e a constante térmica de 125,3 GD.

Estudos recentes têm definido a faixa de desenvolvimento de algumas espécies de *Trichogramma*, determinando a temperatura ótima (T_o) e o limiar superior de temperatura (T_s), através de parâmetros baseados na temperatura de inativação enzimática, consideradas no modelo de Sharpe & Demichele (1977).

Haddad et al. (1997) estimaram o limite térmico superior como sendo de 33,7°C e a temperatura ótima de 32°C, para *T. pretiosum*, criado sobre ovos de *A. kuehniella*, baseando-se em estudos realizados em sete temperaturas constantes na faixa de 18 a 35°C.

De acordo com a pesquisa realizada por Estevam et al. (1987), não houve influência da temperatura na viabilidade de *T. pretiosum*, dentro da faixa de 18 e 30°C, mesmo quando comparados os resultados obtidos no hospedeiro natural (*H. virescens*) e alternativo (*A. kuehniella*). Resultados semelhantes foram obtidos por Bleicher & Parra (1989), em três populações de *T. pretiosum*, nas temperaturas entre 18 e 32°C, constatando-se taxas de emergência superiores a 84%. No entanto, estudos realizados por Lund (1934) determinaram a influência da temperatura sobre a viabilidade de *T. minutum*, quando este parasitóide foi criado fora da faixa térmica de 17 e 32°C. Parra & Sales (1994) constataram

para *T. galloi*, reduções significativas para este parâmetro, a 18°C, observando-se taxas elevadas nas temperaturas entre 20 e 32°C.

Sá & Parra (1994a) não observaram diferença na viabilidade de *T. pretiosum*, em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*, a 25°C, mostrando taxas acima de 86 %.

Tironi (1992) verificou maior porcentagem de emergência de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. No entanto, avaliações do efeito de temperaturas elevadas sobre colônias de *T. pretiosum*, mostraram que temperaturas superiores a 37°C reduziram significativamente a emergência. Estes resultados podem ser de muita utilidade, na liberação de parasitóides em programas de controle biológico.

Apesar de haver variações na longevidade das espécies de *Trichogramma*, tem-se observado que o inseto vive menos à medida que se aumenta a temperatura (Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Estevam et al., 1987; Cabello & Vargas, 1988; Parra et al., 1987a; 1988; 1991; Pratisoli, 1995). A relação inversa entre a longevidade de *Trichogramma* e a temperatura, pode atribuir-se a uma gradativa diminuição nos processos metabólicos, decorrente do decréscimo da temperatura (Bleicher & Parra, 1989; Parra et al., 1991).

Calvin et al. (1984) e Harrison et al. (1985) determinaram a longevidade de *T. pretiosum*, em diferentes temperaturas, utilizando como hospedeiros, ovos de *Diatraea grandiosella* Dyar e *H. virescens*, que afetaram diferencialmente tal parâmetro biológico. De maneira geral, a maior longevidade das fêmeas de *T. pretiosum* foi observada, em ovos de *H. virescens*, na faixa de temperatura estudada (15 a 35°C). Bleicher & Parra (1989) avaliando diferentes populações de *T. pretiosum*, coletadas sobre ovos de *A. argillacea*, tendo como hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, detectaram variações com relação à longevidade, dependendo da origem das linhagens. Sá & Parra (1994a) também observaram variações neste parâmetro para *T. pretiosum*, quando criado no hospedeiro alternativo (*A.*

kuehniella) e natural (*H. zea*). Assim, observou-se influência do hospedeiro e da linhagem do parasitóide neste parâmetro.

A umidade relativa pode afetar a longevidade, a fecundidade, a viabilidade e a duração do ciclo (Calvin et al., 1984; Gross, 1988; Almeida & Parra, 1987 a, b; Parra et al., 1987b; 1988), assim como a atividade locomotora (Boldt, 1974) de espécies de *Trichogramma*. Ovos de *D. grandiosella*, parasitados por *T. pretiosum*, apresentaram redução do período de desenvolvimento e da longevidade das fêmeas, com o aumento da umidade (Calvin et al., 1984). Os mesmos autores, detectaram incrementos significativos na fecundidade do parasitóide, em umidades relativas superiores a 80%.

Almeida & Parra (1987a,b) e Parra et al. (1988), estudaram as exigências hídricas de algumas espécies de *Trichogramma*, criadas em hospedeiros naturais e alternativos. Umidades relativas entre 60 e 90%, favoreceram o desenvolvimento dos parasitóides criados em ovos de *A. kuehniella*, notando-se diferenças nas exigências hídricas para os criados em ovos de *S. cerealella*, que só se desenvolveram em umidades superiores a 70%. Em função da sensibilidade ao ressecamento dos hospedeiros naturais (*Diatraea saccharalis* Fabricius e *A. argillacea*), quando se criarem os parasitóides nos mesmos, a umidade relativa deve ser superior a 80%.

O efeito combinado da temperatura e umidade relativa foi estudado por Gross (1988), para *T. pretiosum* criado em ovos de *H. zea*, constatando que as maiores viabilidades ocorreram a 32°C, na faixa de 60 a 80% de UR.

O fotoperíodo é um fator abiótico que pode afetar a biologia, fisiologia e o comportamento de insetos (Beck, 1980). Diversos autores relataram a influência deste fator sobre espécies de *Trichogramma*, constatando-se o seu efeito na duração do período ovo-adulto, longevidade (Calvin et al., 1984; Cônsoli & Parra, 1994), e na fecundidade (Rounbehler & Ellington, 1973; Calvin et al., 1984; Sales Jr., 1992; Cônsoli & Parra, 1994).

Pesquisas realizadas por CÔnsoli & Parra (1994), visando determinar a influência de diferentes fotoperíodos (11L:13E, 12L:12 E , 13L:11E, 14L:10E) na duração do período ovo-adulto, capacidade de parasitismo e razão sexual de *T. galloi* , demonstraram que não houve nenhum efeito deste fator sobre os parâmetros avaliados. Resultados semelhantes foram obtidos por Sales Jr.(1992), observando-se que períodos de luz entre 24 e 12 horas não afetaram o parasitismo de *T. galloi*, destacando-se sempre a necessidade de luz na atividade de parasitismo. Calvin et al.(1984) constataram que fotofases de 12, 14, e 16 horas, ocasionaram alterações na duração do período de ovo-adulto, na razão sexual, e na longevidade das fêmeas de *T. pretiosum*. Rounbehler & Ellington (1973) determinaram o aumento gradual da longevidade e fecundidade de *Trichogramma semifumatum* (Perkins) em fotofases de 10, 14 e 24 horas. De maneira geral, as espécies de *Trichogramma* são fototrópicas positivas (Morrison et al., 1976), apresentando maior atividade de oviposição durante o dia (Pak & Oatman, 1982a). Características como a capacidade de parasitismo em diferentes hospedeiros, têm sido avaliadas em estudos de espécies e linhagens de *Trichogramma* em fases anteriores à liberação do parasitóide.

De maneira geral, tanto o parasitismo diário como o período de parasitismo em *Trichogramma*, variou de acordo a linhagem, espécie e hospedeiro utilizado (Pinto & Tavares, 1991; Hassan & Guo, 1991; Tironi, 1992). Além destes fatores, o aumento da temperatura também afetou estes parâmetros, os quais decresceram ao longo do tempo (Pinto & Tavares, 1991; Tironi, 1992; Pratissoli, 1995).

Alguns pesquisadores estabeleceram correlações negativas entre o parasitismo e a longevidade de *T. pretiosum* (Bleicher & Parra, 1990b; Pratissoli, 1995). Esta tendência também foi observada por Pinto & Tavares (1990), para *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello.

Pak & Oatman (1982b) avaliaram o comportamento e adaptação de *T. brevicapillum* e *T. pretiosum* em diferentes temperaturas, através da elaboração de tabelas de vida de

fertilidade, constatando que as temperaturas mais propícias para o desenvolvimento de *T. pretiosum*, em ovos de *T. ni*, estiveram na faixa de 15 a 25°C.

Os vários parâmetros determinados, através da tabela de vida de fertilidade e da capacidade de parasitismo, permitiram definir o potencial de três populações de *Trichogramma* a 25°C, caracterizando diferenças marcantes entre as mesmas (Bleicher & Parra, 1990b).

Estudos realizados por Tironi (1992) evidenciaram maior capacidade de parasitismo para *T. pretiosum* nas temperaturas entre 20 e 25°C, sendo que o número de ovos colocado por fêmea a 25°C foi de 144,66; para *T. atopovirilia* este valor foi de 57,14.

Segade et al. (1994) avaliaram o potencial de adaptação de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis* e *S. cerealella*, através da comparação da taxa líquida de reprodução (R_0) e da razão infinitesimal de aumento (rm), verificando melhor adaptação deste parasitóide sobre o hospedeiro natural, sugerindo, assim, o potencial deste agente no controle biológico de *A. gemmatalis*.

Pratissoli (1995) estudou o desenvolvimento de *T. pretiosum* em ovos de *T. absoluta* e *Phthorimaea operculella* (Zeller), a partir da elaboração de tabelas de vida de fertilidade, constatando que *P. operculella* foi o hospedeiro mais adequado ao desenvolvimento do parasitóide.

O hospedeiro é um fator fundamental na fecundidade de *Trichogramma*. Smith et al. (1986) verificaram que, normalmente, hospedeiros maiores originaram parasitóides mais robustos, os quais geralmente, apresentam fecundidade e longevidade maiores.

Calvin et al. (1984) constataram que, apesar de não existir uma tendência consistente do efeito de temperaturas entre 17 e 35°C na fecundidade de *T. pretiosum*, houve

diminuição de parasitismo acima de 25°C. As fecundidades máximas para *T. cordubensis* (Cabello & Vargas, 1988) e *T. ostrinae* (Gou, 1988), foram obtidas a 25°C.

Reznik & Umarova (1990) observaram que a fecundidade em *Trichogramma embryophagum* Harting e *Trichogramma semblidis* (Aurivillius) é maior em ovos novos, em função da inibição da oviposição ou pela elevada mortalidade em ovos mais velhos.

A idade do hospedeiro pode restringir tanto a seleção (Hintz & Andow, 1990) quanto a aceitação (Vinson, 1997) de *Trichogramma*, em função do gradual endurecimento do córion, limitando assim a penetração do ovipositor, e pela modificação do conteúdo nutricional do hospedeiro. Entretanto, a seleção de hospedeiros mais jovens, é mais influenciada por alterações na qualidade nutricional do ovo, durante o desenvolvimento embrionário (Pak et al, 1986), a qual decresce com a idade. No desenvolvimento embrionário, também ocorrem variações no pH, na pressão osmótica, na resposta imunológica e nas características nutricionais do hospedeiro (Schmidt, 1970).

Ruberson & Kring (1993) avaliaram a preferência de *T. pretiosum* em ovos de *H. zea* com 14, 38 e 62 horas, observando que, em ovos com 62 horas, a duração do ciclo aumentou e a longevidade dos adultos foi reduzida, levando a uma redução da capacidade de parasitismo. O decréscimo do parasitismo, relacionado com o aumento da idade do hospedeiro, também foi observado por Taylor & Stern (1971) em ovos de *T. semifumatum*. Tal diminuição pode ser atribuída a fatores como o tamanho, idade do ovo, assim como à dificuldade de penetração do ovipositor no córion, citada anteriormente.

A idade do hospedeiro pode também afetar a razão sexual da progênie. Assim, Taylor & Stern (1971) constataram uma maior proporção de fêmeas em ovos mais velhos. Por outro lado, Juliano (1982) verificou um maior número de fêmeas em ovos mais novos.

Em geral, o número de ovos colocado por fêmea no interior do hospedeiro, diminui com a idade deste hospedeiro (Pak & Oatman, 1982a), o que pode ser atribuído ao

endurecimento do córion e à alteração na qualidade nutricional do hospedeiro, entre outros fatores. No entanto, resultados discrepantes foram relatados por Lopes & Parra (1991), constatando-se o incremento do parasitismo de *T. distinctum* em ovos de *D. saccharalis* de 3 e 4 dias de idade. Assim, Parra & Zucchi (1986) afirmaram que este parâmetro também depende da espécie, do tipo de hospedeiro e da longevidade do adulto, podendo variar em função da alimentação, densidade do hospedeiro, presença de caiomônios e temperatura.

O tamanho do hospedeiro é considerado um fator crítico na aceitação por *Trichogramma* (Vinson, 1976), pois envolve aspectos nutricionais da larva (Charnov & Skinner, 1985) que podem afetar o tamanho do corpo, fecundidade e a longevidade do parasitóide. O exame da superfície do ovo, que indica o volume aproximado do hospedeiro, permite ao parasitóide quantificar o número ótimo de indivíduos a ser alocado no hospedeiro (Schmidt & Smith, 1987).

Hassel (1982) observou que, quando a disposição dos ovos do hospedeiro é agregada e não isolada, o parasitismo pode ser reduzido, devido a probabilidade de uma única fêmea parasitar todos os ovos da postura. O parasitismo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) por *T. pretiosum* é reduzido (Pinto et al., 1986), o que pode atribuir-se à disposição dos ovos em camadas sobrepostas. No entanto, é possível que a grande quantidade de escamas sobre a postura de *S. frugiperda*, exerça uma influência negativa no parasitismo por *T. pretiosum* (Sá & Parra, 1994a), dificultando, assim, a atuação dos parasitóides (Sparks, 1979).

A densidade do hospedeiro também exerce influência sobre a capacidade de parasitismo. Desta forma, conforme constatado para várias espécies de *Trichogramma*, o número de ovos parasitados por fêmea é diretamente proporcional à densidade do hospedeiro, estabilizando-se quando é atingida a capacidade máxima de parasitismo da fêmea (Pak & Oatman, 1982a).

Kfir (1981), avaliou o efeito da densidade de *T. pretiosum* sobre três hospedeiros [*P. operculella*, *Heliothis armigera* (Hübner) e *S. cerealella*], observando uma redução do número de ovos parasitados, no número de fêmeas e na razão finita de aumento, quando a relação parasitóide: hospedeiro variou entre 1: 300 a 16: 300.

2.2. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e do parasitismo natural de *T. pretiosum*

A eficiência das liberações de *Trichogramma* está na dependência do conhecimento da dinâmica populacional do hospedeiro, fenologia da planta, e da densidade de ovos da praga (Sá & Parra, 1994b). Entretanto, a dinâmica populacional de *A. gemmatalis* é bastante influenciada pela fenologia da planta e por fatores climáticos (Santos et al., 1979; Leite & Lara, 1985; Bercellini & Malacalza, 1994).

Pesquisas no Brasil, visando determinar a flutuação populacional de *A. gemmatalis*, foram realizadas por Corrêa et al. (1977), Hoffman et al. (1979), Panizzi et al. (1979), Santos et al. (1979) e Leite & Lara (1985), sendo que o período de maior ocorrência de lagartas foi compreendido entre o final do período vegetativo e a floração, coincidindo com os meses de dezembro e janeiro, para as localidades de Jaboticabal, SP e Londrina, Pr.

Em outras localidades do Estado do Paraná (Ponta Grossa e Castro), Santa Catarina (Chapecó) e Rio Grande do Sul (Cruz Alta), o pico de *A. gemmatalis* se deu nos meses de fevereiro e março. No entanto, para estas localidades as populações elevadas da praga coincidem com o período entre a floração e o desenvolvimento de vagem, o que indica a estreita associação entre a praga e a fenologia da cultura (Corrêa et al., 1977; Santos et al., 1979). Resultados semelhantes foram constatados por Bercellini & Malacalza (1994), em Buenos Aires, Argentina, detectando-se os maiores índices populacionais, para lagartas de *A. gemmatalis*, no final da fase vegetativa e no início da formação de vagens.

A ocorrência de inimigos naturais (parasitóides e predadores) e patógenos, pode provocar reduções significativas na população de *A. gemmatalis*. O registro de predadores, que incidem sobre a população desta praga, foi bem documentado por alguns autores (Corrêa et al., 1977, Panizzi et al., 1977; Gazzoni et al., 1981; Leite & Lara, 1985; Ramiro et al., 1986; Bercellini & Malacalza, 1994), encontrando-se entre estes, *Nabis* sp., *Geocoris* sp., *Lebia* sp., *Callida* sp., *Podisus* sp., *Eriopis* sp., *Chrysopa* sp., *Calosoma granulatum* (Perty) e *Doru lineare* (Eschs.).

Leite & Lara (1985) observaram a flutuação populacional de *Nabis* sp., na região de Jaboticabal, S P, registrando dois picos, um, no início da fase de florescimento e outro, no início da formação de vagens, coincidente com elevadas populações de lagartas de *A. gemmatalis*, à semelhança de resultados obtidos por Corrêa et al.(1977). Esses autores também constataram o incremento na população de *D. lineare*, *Lebia* sp. e *Callida* sp., a partir do florescimento, observando-se a maior ocorrência destes predadores durante a fase de formação de vagens e enchimento de grãos.

De maneira geral, os gêneros *Nabis* e *Geocoris* foram mais freqüentes na cultura, nas principais regiões de soja do Brasil (Corrêa et al., 1977; Santos et al., 1979; Ramiro et al., 1986). No entanto, outros predadores como *Callida* sp., *Lebia* sp., *C. granulatum* e *D. lineare*, são espécies também freqüentemente encontradas em campos de soja.

Levantamentos de parasitóides de lagartas de *A. gemmatalis*, foram realizados por Marques et al.(1979) na região de Passo Fundo, RS, sendo coletados *Microcharops bimaculata* (Ashmead), *Patelloa similis* (Aldrich), *Euplectrus chapadae* (Ashmead) e alguns braconídeos não identificados; o maior parasitismo foi atribuído a *M. bimaculata*, (69,59%). Panizzi et al.(1977) e Gazzoni et al.(1981) registraram outras espécies encontradas freqüentemente na cultura de soja, no Brasil, destacando-se além das citadas anteriormente, *Jurinella salla* Curran, *Euphorocera* sp., *Campoletis sonorensis* (Cameron), *Ophion flavidus* Brullé, *Meteorus leviventris* (Wesmaeal), *Euplectrus pluteri* Ashmead, *Voria ruralis* (Fallén) e *Lespesia* sp.

Como a quase totalidade das medidas de controle são direcionadas à fase larval, são poucos os registros sobre a flutuação populacional de ovos de *A. gemmatalis* e seu respectivo parasitismo. Assim, há necessidade de se direcionar a amostragem, nos 2/3 inferiores da planta (Ferreira & Panizzi, 1978), para este estágio da praga, se se pensar na utilização de parasitóides de ovos em programas de controle biológico.

Estudos realizados nos EUA, registraram 14 espécies de *Trichogramma* associadas à cultura da soja, sendo as mais abundantes *T. pretiosum* e *T. minutum* (Thorpe, 1984). Na Argentina, Frias et al. (1994) registraram 86,5% de parasitismo por *T. pretiosum*, em ovos de noctuídeos nesta cultura. Pesquisas recentes realizadas por Foerster et al. (1996), constatarem o parasitismo de *T. pretiosum*, sobre ovos de *A. gemmatalis*, na localidade de Lapa, Pr.

A ocorrência do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, em lavouras de soja, no Rio Grande do Sul, reduziram significativamente a população de lagartas de *A. gemmatalis*, verificando-se taxas de infecção entre 46 e 100% (Gastal & Galileo, 1975; Galileo et al., 1977). Fatores climáticos (temperatura, umidade relativa), além da disponibilidade de hospedeiros, que permitem o estabelecimento da epizootia do fungo (Hoffman, 1979; Santos et al., 1979; Leite & Lara, 1985), favorecem tal patógeno, havendo coincidência entre a infecção das lagartas pelo fungo no início do florescimento e o início da formação de vagens.

2.3. Fatores que afetam a eficiência do parasitoíde

Existem diversos trabalhos que mostram que, a despeito da aparente inespecificidade de *Trichogramma*, existem espécies ou mesmo linhagens que são mais adequadas para determinados hospedeiros, culturas e condições climáticas. Portanto, estudos que antecedam a liberação dos parasitóides devem ser realizados, para definição de espécies e/ou linhagens a serem liberadas, em função de seus parâmetros biológicos e comportamentais e dos aspectos mencionados.

A eficiência das liberações de *Trichogramma*, depende basicamente da sua capacidade de "busca", preferência hospedeira e da tolerância às condições climáticas (Hassan, 1994). Fatores como o número de insetos liberados, densidade da praga, linhagem a ser liberada, época e número de liberações, método de distribuição, fenologia da cultura, número de inimigos naturais presentes e condições climáticas, devem ser conhecidos (King et al., 1985 e Smith et al., 1986).

Knipling (1977) observou, através de modelos de simulação, que números crescentes de parasitóides liberados por unidade de área, levam a uma redução na eficiência do parasitóide, devido à competição intraespecífica. Tal fenômeno é explicado pela diminuição da probabilidade do parasitóide encontrar um ovo não parasitado, à medida que a densidade do parasitóide aumenta. Portanto, a densidade do hospedeiro numa determinada cultura e mesmo em diferentes variedades, tem um papel preponderante na definição do número de parasitóides a serem liberados.

A época e frequência das liberações são determinadas pela fenologia do hospedeiro, e principalmente, pela densidade de ovos da praga; a dinâmica de ovos do hospedeiro deve ser feita sistematicamente, de maneira que as primeiras liberações do parasitóide coincidam com o início da infestação da praga (Smith et al., 1986; Parra, 1993).

O número de parasitóides liberados não deveria ser pré-estabelecido, visto que envolve elementos, como a fenologia da cultura, a densidade de ovos da praga e condições climáticas. Entretanto, por questões de praticidade e por desconhecimento das variáveis mencionadas, em muitas culturas este número é pré-estabelecido (Lopes, 1988).

Amaya (1982) recomenda para *A. gemmatalis* liberações em torno de 60.000 *Trichogramma* por ha, a partir de dez dias após a germinação, destacando que a redução da população da praga depende da frequência e continuidade das liberações. Garcia-Roa (1991) determinou que de cinco a seis liberações de *Trichogramma* foram suficientes para

o sucesso no controle de *A. gemmatilis*, com taxas entre 62 e 92% de parasitismo, eliminando a aplicação de inseticidas.

Sá & Parra (1994b) avaliaram o efeito do número de liberações de *T. pretiosum* sobre populações de *H. zea*, observando um incremento de até cinco vezes no parasitismo e uma redução do dano da ordem de 26%, quando realizadas três liberações de 100.000 parasitóides por ha.

Características da cultura como a arquitetura, o espaçamento de plantio, a variedade, assim como os diferentes estágios fenológicos, podem afetar o parasitismo por *Trichogramma* (Burbutis & Koepke, 1981; Kanour & Burbutis, 1984; Keller et al., 1985; Lopes, 1988; Botelho et al., 1995). O estágio fenológico da cultura pode afetar a capacidade de parasitismo, em função de variações na massa foliar da cultura, do tamanho da planta e do aumento da complexidade da arquitetura da planta (Burbutis & Koepke, 1981; Kanour & Burbutis, 1984; Keller et al., 1985).

Botelho et al. (1995) verificaram a interação espaçamento e a variedade de cana-de-açúcar com relação ao parasitismo de ovos de *D. saccharalis* por *T. galloi*. Estas diferenças de comportamento do parasitóide podem ser atribuídas à capacidade de "busca", em função do espaçamento de plantio, que pode facilitar ou dificultar a localização de ovos de *D. saccharalis*.

A fenologia da cultura, pode influenciar a eficiência das liberações de *Trichogramma*, notando-se redução nas taxas de parasitismo à medida que se aumenta a massa foliar, como observado no milho (Burbutis & Koepke, 1987) e no algodoeiro (Puterka et al., 1985).

Andow & Prokrym (1990) demonstraram que a complexidade estrutural de uma planta pode afetar drasticamente a capacidade de "busca" de *Trichogramma*. Estes autores consideraram três componentes na estrutura da planta, que podem afetar o comportamento de "busca" do parasitóide: a) tamanho da planta (área superficial), b) variação estrutural

entre as partes da planta (sementes, flores, nectários e folhas), c) complexidade estrutural (arquitetura da planta).

Keller (1987) confirmou a influência da superfície foliar sobre a velocidade de caminamento de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, na cultura do milho e soja. Características intrínsecas de cada cultura, em função da condição microclimática criada pela mesma, podem afetar a capacidade de "busca" de *T. minutum*, *T. evanescens* e *T. semifumatum*, pois a temperatura em cada condição é variável (Biever, 1972).

O comportamento de *Trichogramma* e sua interação com fatores bióticos, exercem influência sobre a dispersão, probabilidade de acasalamento e as taxas de predação. A capacidade de dispersão, depende de características da espécie e da cultura, na qual os parasitóides serão liberados (Stinner, 1974; Lopes, 1988; Sá et al., 1993).

Estudos realizados em diversas culturas como cana-de-açúcar, algodoeiro e em pomares, evidenciaram que a dispersão do *Trichogramma* pode ser predominantemente passiva, com direção e distância controladas pelo vento (Hinds & Osterberger, 1932; Hendricks, 1967; Yu et al., 1984). No entanto, também observou-se que este parasitóide apresenta uma dispersão ativa (Schread, 1932), estimulada pela temperatura e inibida pela densidade de ovos do hospedeiro. O parasitóide tende a localizar-se na parte superior da planta, onde há maior luminosidade. Além disto, estímulos químicos produzidos pela planta e praga-alvo, podem afetar o comportamento do parasitóide (Nordlund, 1994).

Keller et al. (1985) consideram que outros fatores como a espécie, tamanho e idade do adulto, hospedeiro e planta hospedeira, podem afetar a dispersão de *Trichogramma*. O volume do hospedeiro e o número de indivíduos por ovo, podem afetar o tamanho do parasitóide o que conseqüentemente induz a modificações no potencial de "busca".

Forsse & Smith (1991) determinaram que a temperatura é um dos fatores que afetam sensivelmente o comportamento de voo de *T. minutum*, constatando que temperaturas

próximas a 20°C favorecem a atividade de vôo. Chiu & Chen (1986) constataram que velocidades de vento inferiores a 3,6 m/seg, não influenciaram na dispersão das fêmeas, determinando que a taxa de dispersão aumentava com o incremento da temperatura.

A condição ideal de temperatura é um dos fatores mais importantes a se considerar no planejamento das liberações de *Trichogramma*. Desta maneira, López & Morrison (1980) constataram que temperaturas superiores a 37°C, reduziram a taxa de emergência de *T. pretiosum*. Resultados semelhantes foram relatados por Chihirane & Laugé (1994), que observaram que a taxa de emergência, longevidade e fecundidade de *Trichogramma brassicae* Bezdenko, decresceram na faixa de temperatura entre 35 e 44°C.

Pak (1988) verificou que temperaturas inferiores a 15,5°C, reduziram significativamente a dispersão e o parasitismo por *T. evanescens* em ovos de *Pieris rapae* (L.) e *M. brassicae*, em repolho.

Em geral, a dispersão de *Trichogramma* é pequena a partir do ponto de liberação, mostrando-se inferior a 20 m (Yu et al., 1984; Keller et al., 1985; Lopes, 1988; Sá et al., 1993).

O número de pontos de liberação é determinado através do raio efetivo de dispersão do parasitóide. Este parâmetro pode variar de acordo com a espécie de *Trichogramma* utilizada e da cultura alvo. Neuffer (1982) determinou que devem ser recomendados 80 pontos de liberação para *T. evanescens*, na cultura de milho, na Alemanha. O número de pontos de liberação para *T. pretiosum*, em milho, indicado por Sá et al. (1993) foi de 100 pontos por ha, determinando-se uma distância média de dispersão em torno de 9m e uma área de dispersão de 101,74 m², para a localidade de Piracicaba. Resultados semelhantes foram obtidos por Lopes (1988), para *T. galloi*, na cultura de cana-de-açúcar, com relação ao raio de dispersão do parasitóide.

Aspectos bioecológicos de *Trichogramma* relacionados com sua liberação devem ser considerados previamente. O controle de qualidade na produção massal do parasitóide é uma medida importante a ser considerada, tendo em vista o agro-ecossistema onde serão liberados os parasitóides (Parra, 1993; Noldus, 1989). A linhagem selecionada deve passar por testes de laboratório e de campo, considerando-se a preferência hospedeira, capacidade de "busca" e a tolerância a fatores climáticos (Pak, 1988; Hassan, 1990; 1993).

A necessidade de se programar a emergência dos parasitóides com as liberações de *Trichogramma*, coincidindo com condições ambientais favoráveis e o horário de liberação, são medidas a serem integradas, para a obtenção de taxas de parasitismo elevadas (Smith, 1996; Botelho, 1997).

As práticas agronômicas, enfatizando-se entre estas, as medidas de controle das diversas pragas da cultura, no momento da liberação dos parasitóides, podem ser muito importantes no sucesso de programas de controle biológico (Smith, 1994). Assim, a escolha de inseticidas seletivos para *Trichogramma*, eficientes no controle das pragas que comumente ocorrem na cultura e que não são consideradas o alvo das liberações, é um fator decisivo, podendo limitar a utilização deste parasitóide. Na China, a liberação de *Trichogramma* em algodão e arroz, é dificultada pela aplicação de inseticidas (Li, 1990). Em pomares de maçã, na Alemanha, a aplicação de fungicidas e inseticidas tem afetado a eficiência das liberações deste parasitóide (Hassan et al., 1988).

Aspectos associados à aplicação de produtos, visando ao controle de pragas em áreas adjacentes, também podem ocasionar reduções na taxa de parasitismo, através da deriva do produto pelo vento, alterando o comportamento do parasitóide (Quezada, 1989). Isto sugere

que ao se planejarem as liberações de *Trichogramma*, devem-se registrar algumas informações tais como: culturas presentes no local, pragas a serem controladas, medidas de controle utilizadas, a época de plantio etc. (Andrews, 1989).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constou de experimentos de laboratório, semi-campo (telado) e campo, os quais foram desenvolvidos no laboratório de Biologia de Insetos, na área experimental do Departamento de Entomologia e em campos experimentais localizados na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP.

3.1. Estudos bioecológicos em laboratório.

3.1.1. Criação do hospedeiro natural, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818.

A criação de *A. gemmatalis* foi iniciada a partir de ovos provenientes de populações mantidas em dietas artificiais, no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP.

Os ovos eram colocados em papel de filtro umedecido, no interior de placas de Petri (10,0 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura) e transferidos, posteriormente, para câmara climatizada, regulada a 30°C, com umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

As lagartas recém-eclodidas eram transferidas ("inoculadas"), com auxílio de pincel fino, para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) contendo dieta artificial modificada de Greene et al. (1976), à base de feijão, germe de trigo, caseína, levedura e proteína de soja (Tabela 1). A dieta era preparada conforme as técnicas propostas por Parra (1996).

Após a "inoculação" das lagartas recém-eclodidas, realizada em câmara asséptica, os tubos de vidro eram tampados com algodão hidrófugo e colocados inclinados em suportes de madeira, mantidos em salas com temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até a pupação.

Tabela 1 - Composição da dieta artificial para *Anticarsia gemmatalis* (modificada de Greene et al., 1976).

Componentes	Quantidade*
Água	600 ml
Feijão ('Carioca')	37,5 g
Germe de trigo	30,0 g
Proteína de soja	15,0 g
Caseína	15,0 g
Levedura	18,75g
Ácido Ascórbico	1,8 g
Ácido Sórbico	0,9 g
Metilparahidroxibenzoato (nipagin)	1,5 g
Tetraciclina	56,5 mg
Formaldeído (40%)	1,8 ml
Solução Vitamínica**	4,5 ml
Ágar	11,5 g

* Quantidade suficiente para 50 tubos (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) de criação.

** Vide composição em Parra (1996).

As pupas eram retiradas dos tubos e separadas por sexo, segundo Butt & Cantu (1962), e posteriormente transferidas, em placas de Petri, para câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Para a emergência dos adultos, utilizavam-se gaiolas de acrílico transparente de 32 x 32 x 44 cm, com uma abertura na face superior, revestida internamente em suas laterais

com papel sulfite, como substrato para a oviposição. Estas eram mantidas em salas com temperatura e umidade relativa não controladas, porém com uma pequena iluminação noturna necessária para acasalamento e postura (Parra et al., 1993).

Os adultos eram alimentados com solução aquosa de mel a 10%, colocada em pequenos recipientes de vidro (3,0 cm de diâmetro x 4,0 cm de altura) e fornecida aos insetos, por capilaridade, através de um pavio de algodão (rolo dental), inserido em um orifício na tampa do recipiente.

Com a finalidade de separar os ovos de *A. gemmatilis* aderidos ao substrato de postura (papel sulfite), estes eram imersos em recipientes com água destilada durante 10 minutos. Após este período, os ovos eram removidos do substrato, através do contato com as mãos, de maneira a não danificá-los, recolhendo-se a água em um Becker e retendo os ovos em tecido tipo tule. Para evitar o ressecamento dos ovos, eles eram mantidos em locais com umidades próximas à saturação.

3.1.2. Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller).

A técnica de criação de *A. kuehniella* obedeceu à metodologia desenvolvida por Parra et al. (1985, 1987b, 1989), utilizando-se uma dieta à base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Visando evitar a interrupção da criação, devido à eventual contaminação de um destes componentes armazenados, alternava-se esta dieta com uma outra à base de farinha de milho (60%) e farinha de trigo integral (40%) (Parra, 1997).

A criação de *A. kuehniella* era realizada em salas, com temperatura e umidade relativa flutuantes (não controladas) e fotofase de 14 horas.

3.1.3. Manutenção e multiplicação das linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.

Para a manutenção e multiplicação das linhagens deste parasitóide, em condições de laboratório, eram utilizadas cartelas contendo ovos de *A. kuehniella*, mantidas no interior de sacos de material plástico de 18 x 25 cm e tubos de vidro de 8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro, com gotículas de mel, para alimentação dos adultos.

Os ovos de *A. kuehniella* utilizados para a manutenção e multiplicação das linhagens de *T. pretiosum*, colados com goma arábica diluída a 50% (Parra et al., 1985, 1987b e 1989), em cartolina azul-celeste, eram inviabilizados pela exposição à lâmpada germicida por um período de 45 minutos (Stein & Parra, 1987).

As cartelas que eram utilizadas para manutenção e multiplicação das linhagens de *T. pretiosum*, possuíam dimensões diferentes, utilizando-se cartelas de 2,0 x 7,0 cm e 10,0 x 10,0 cm, para a manutenção e multiplicação, respectivamente. A seguir, as cartelas com ovos de *A. kuehniella*, eram introduzidas em tubos de vidro e sacos plásticos, contendo adultos recém-emergidos, provenientes das cartelas parasitadas, permitindo-se o parasitismo por 24 horas.

Os sacos de material plástico e os tubos de vidro, contendo as cartelas com ovos parasitados, eram armazenados em câmaras climatizadas, reguladas a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

3.1.4. Linhagens de *T. pretiosum*.

As linhagens (L) avaliadas foram coletadas em ovos de *A. gemmatalis* (L. Paraná-Pr) e de *Helicoverpa zea* (Boddie) (L.1.), respectivamente em Lapa, Pr e Alegre, ES (Tabela 2).

Tabela 2- Linhagens de *Trichogramma pretiosum* utilizadas na presente pesquisa.

LINHAGEM	DATA DE COLETA	LOCAL DE COLETA	HOSPEDEIRO	CULTURA
L.1.	Jan./ 93	Alegre-ES	<i>H. zea</i>	Tomate
L. Pr.	Jan./ 94	Lapa-Pr	<i>A. gemmatalis</i>	Soja

As identificações das espécies de *Trichogramma*, com base em caracteres morfológicos, foram realizadas pelo Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ-USP.

3.1.4.1. Seleção da linhagem de *T. pretiosum*.

A seleção da linhagem de *T. pretiosum*, utilizada nas diferentes etapas desta pesquisa, foi baseada na avaliação da duração do período ovo-adulto, da viabilidade "aparente" (Bleicher & Parra, 1989), do número de adultos emergidos por ovo, da razão sexual, da longevidade média dos adultos e do parasitismo por 24 horas (Sá, 1991), tendo como hospedeiro, ovos de *A. gemmatalis*.

Os experimentos foram desenvolvidos em câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Os ovos do hospedeiro natural, colocados em lâminas retangulares de plástico de 5,0 x 1,5 cm, foram submetidos ao parasitismo de *T. pretiosum*, por 24 horas. A colocação dos ovos nas lâminas foi feita com auxílio de um pincel fino, após a manutenção das mesmas, por 10 minutos no congelador, permitindo, a formação por condensação, de uma

camada úmida, que possibilitou tal fixação (Bleicher & Parra, 1989). A seguir, foram transferidos para tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm, contendo fêmeas de *T. pretiosum*, na proporção de 10 ovos do hospedeiro natural para um do parasitóide; tais fêmeas foram alimentadas com mel puro depositado na parede interna dos tubos. Posteriormente, os tubos foram tampados com uma fina película plástica de PVC (Magipack®).

A individualização dos ovos parasitados, foi feita quando estes tornaram-se pretos (indicação do parasitismo), transferindo-os para pequenos tubos de vidro de 4,0 x 0,8 cm. Com exceção do parasitismo por 24 horas, as demais observações biológicas foram feitas diariamente em 50 indivíduos.

Na avaliação do parasitismo por 24 horas, foram individualizadas 25 fêmeas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), oferecendo-se 40 ovos de *A. gemmatilis*, com no máximo 24 horas de desenvolvimento embrionário. Depois de 24 h, os parasitóides foram retirados dos tubos de vidro, avaliando-se o parasitismo por ocasião do escurecimento dos ovos.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os resultados dos parâmetros biológicos avaliados submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de porcentagem de parasitismo e viabilidade "aparente", foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$ e para a duração do período ovo-adulto, razão sexual, número de adultos por ovo e a longevidade das fêmeas, em $\sqrt{(x + 0,5)}$.

3.1.5. Biologia em diferentes temperaturas da linhagem selecionada de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatilis*.

A obtenção e separação dos ovos de *A. gemmatilis*, utilizados neste ensaio, seguiu à metodologia citada em 3.1.1. e a multiplicação da linhagem selecionada de *T. pretiosum* obedeceu ao procedimento mencionado em 3.1.3.

O parasitismo foi permitido por um período de cinco horas, em câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Após este período, os parasitóides foram retirados das lâminas (vide preparação em 3.1.4.1.), sob microscópio estereoscópico, com auxílio de um pincel fino. As respectivas lâminas com ovos de *A. gemmatilis* parasitados, foram transferidas para câmaras climatizadas reguladas com as temperaturas selecionadas (18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C).

A individualização dos ovos parasitados obedeceu à metodologia descrita em 3.1.4.1., considerando-se 50 indivíduos para cada temperatura selecionada.

Em cada uma das 7 temperaturas, estudaram-se: duração do período ovo-adulto, viabilidade "aparente", número de parasitóides por ovo, razão sexual, e longevidade média dos adultos (σ e φ).

A duração do período ovo-adulto, foi registrada através de observações diárias realizadas a partir das 14 horas. Calculou-se a viabilidade "aparente", estabelecendo-se a relação entre o número de ovos do hospedeiro que apresentavam orifício de saída dos parasitóides e o número total de ovos parasitados.

A separação do sexo dos adultos, baseando-se nos caracteres morfológicos das antenas, segundo Bowen & Stern (1966), permitiu determinar a razão sexual (rs), a qual foi calculada conforme a fórmula:

$$\text{r.s.} = \varphi / \varphi + \sigma$$

O número de parasitóides por ovo foi avaliado em função do número de adultos emergidos por ovo individualizado em cada tubo de vidro de 4,0 x 0,8 cm.

A longevidade média de machos e fêmeas, foi determinada, através da observação diária dos adultos, desde a emergência até a morte dos parasitóides.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de duração do período ovo-adulto, número de parasitóides por ovo, razão sexual e longevidade média dos adultos, foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$ e a viabilidade "aparente" em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$.

A longevidade média dos adultos foi determinada através do modelo de distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982) e o confronto deste parâmetro nas diferentes temperaturas foi feito pela análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.6. Determinação das exigências térmicas de *T. pretiosum* sobre ovos de *A. gemmatalis*.

O limiar térmico inferior (tb) e a constante térmica (K), foram calculados para a linhagem de *T. pretiosum*, pelo método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984), baseando-se na duração do período ovo-adulto, obtida nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C.

3.1.7. Capacidade de parasitismo da linhagem selecionada de *T. pretiosum*.

Avaliou-se a capacidade de parasitismo sobre ovos de *A. gemmatalis*, em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Para cada temperatura, foram individualizadas 35 fêmeas virgens recém-emergidas, alimentadas com mel puro, em tubos de vidro com fundo chato (8,5 x 2,5 cm) tampados com filme plástico de PVC. Os ovos, oferecidos diariamente nas diferentes temperaturas, foram fixados em lâminas de plástico, segundo a metodologia descrita em 3.1.4.1.

Posteriormente, lâminas contendo 40 ovos de *A. gemmatilis* foram expostos ao parasitismo por 24 horas, e transferidos para placas de Petri, até o escurecimento dos ovos (4º dia, em média, a 25°C). Tais observações permitiram avaliar o número de ovos parasitados diariamente, a porcentagem acumulada de parasitismo e o número total de ovos parasitados por fêmea.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo os dados do número total de ovos parasitados por fêmea, transformados em $\sqrt{x+1}$, e as médias comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Foram realizadas análises de correlação entre a longevidade das fêmeas, parasitismo médio diário e dias de parasitismo.

3.1.8. Tabela de vida de fertilidade.

A partir dos dados obtidos no item 3.1.5., foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade, para a linhagem de *T. pretiosum*, nas sete temperaturas selecionadas, seguindo metodologia citada por Silveira Neto et al. (1976).

Foram calculados: taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (rm), razão finita de aumento (λ) e duração média de uma geração (T).

3.2. Experimentos em casa-de-vegetação e telado.

3.2.1. Determinação do número ideal de *T. pretiosum* a ser liberado por ovo de *A. gemmatalis*.

Os experimentos para determinação do número ideal de *T. pretiosum* a ser liberado por ovo de *A. gemmatalis* foram conduzidos em casa-de-vegetação, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

A soja 'Br-37' foi semeada em sacos plásticos de 5.000 cm³, instalando-se os respectivos experimentos quando as plantas atingiram os estágios fenológicos V₆, R₃ e R₈ (Fehr et al., 1971), objetivando-se avaliar o efeito de diferentes condições microclimáticas na ação do parasitóide. As plantas de soja foram colocadas no interior de gaiolas de armação de madeira de 60 x 45 x 45 cm, revestidas de náilon. Para avaliar o parasitismo, os folíolos de soja receberam os ovos da praga (fixados em 60 por planta), obtidos conforme descrito no item 3.1.1. Os folíolos foram mantidos em vidros de fundo chato (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro), contendo água, para manutenção da turgescência. A "boca" do tubo onde ficava a base do folíolo, foi vedada o filme plástico de PVC (Magipack®) para diminuir a evaporação (Figura 1). Estes tubos foram presos às plantas, através de um "clip", fixado por fita adesiva e elástico, colocados no local preferencial de parasitismo de ovos de *A. gemmatalis* (parte superior).

Os parasitóides criados de acordo com 3.1.3. provenientes de cartelas com ovos de *A. kuehniella* parasitados, e mantidos no interior de copos plásticos tampados com filme de PVC (Magipack®), foram liberados logo após a emergência (Figura 2).

Um teste preliminar foi realizado com a finalidade de se determinar a altura preferencial na planta, para o parasitismo de *T. pretiosum*. Para tanto, a planta de soja de 45 cm de altura, foi dividida em três níveis (superior, médio e inferior) distanciados de 15 cm. Para os três níveis, foram considerados 7 repetições, fixando-se 60 ovos de *A. gemmatalis*

em cada uma das respectivas alturas, mediante o processo descrito anteriormente, sendo, posteriormente, liberadas 80 fêmeas do parasitóide.

Para se determinar o número ideal de parasitóides, foram realizadas liberações em números variáveis de 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640 fêmeas do parasitóide, num total de 7 tratamentos e 5 repetições, resultando em relações (parasitóide:ovo) de 1:6, 1:3, 2:3, 4:3, 8:3, 16:3 e 32:3, respectivamente. A metodologia utilizada foi semelhante àquela do experimento anterior, permitindo-se o parasitismo por um período de 24 horas. Posteriormente, os ovos foram levados ao laboratório e transferidos para câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, avaliando-se, quando ocorreu o escurecimento dos ovos, a porcentagem de parasitismo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. Os dados de parasitismo foram transformados em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$.

Figura 1-Folíolos de soja, mantidos em tubos de vidro com fundo chato, utilizados para infestar artificialmente plantas de soja, com ovos de *Anticarsia gemmatalis*.

Figura 2- Copo plástico contendo cartelas com ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* (vide seta) utilizado para liberação nos ensaios de casa-de-vegetação, telado e campo.

3.2.2. Determinação do número de ovos, em infestações artificiais, para causar danos por *A. gemmatalis*.

Na maioria dos ensaios, que visam avaliar a eficiência de parasitóides, é colocado um número conhecido de ovos da praga visada. Mesmo que a totalidade destes ovos seja parasitada, após a liberação do parasitóide, isto não significa, necessariamente, que houve eficiência no controle, pois este número de ovos colocado poderia ser insuficiente para que fossem causados danos à cultura.

Desta forma, o objetivo deste experimento foi o de avaliar o número de ovos que precisa ser colocado por metro linear para que sejam causados danos à cultura, e que, numa avaliação, possam refletir a real eficiência do parasitóide, em programas de Controle Biológico, sem avaliar o efeito final na produção de uma cultura, por exemplo.

Foram plantadas 4 parcelas de soja 'Br-37', separadas por telado de malha fina. As parcelas, correspondentes a cada um dos tratamentos, instaladas simultaneamente, possuíam 8 fileiras de 5 m de comprimento cada uma, com uma área de 20 m².

Os experimentos foram realizados, quando as plantas estavam no estágio fenológico entre V₆ e R₃, realizando-se infestações artificiais com ovos de *A. gemmatalis* (vide 3.2.1.). Foram colocados, 72, 144, 288 e 576 ovos por metro linear, num total de 6 repetições por tratamento, distribuídos de maneira uniforme, em 20 plantas / metro linear.

A predação dos ovos de *A. gemmatalis* infestados artificialmente, foi determinada, levando-se os folíolos para o laboratório, três dias após a instalação do experimento. A colocação dos ovos sobre os folíolos de soja, seguiu a metodologia citada em 3.2.1., fixando-se um total de 100 ovos por repetição, e considerando-se 6 repetições em cada parcela.

A porcentagem de predação foi calculada pela fórmula:

A porcentagem de predação foi calculada pela fórmula:

$$P (\%) = \frac{I - F}{I} \times 100$$

P- Predação.

I - Total de ovos da praga infestados artificialmente.

F- Total de ovos recolhidos, após a infestação artificial ou a liberação dos parasitóides.

A avaliação foi realizada, através de amostragem pelo método do pano de batida, dez dias após a infestação artificial com ovos da praga. Em cada tratamento, foram contadas lagartas pequenas (menos que 1,5 cm) e grandes (maiores que 1,5 cm).

De maneira semelhante àquela descrita em 3.2.1., o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Para efeito da análise, o número de lagartas pequenas e grandes foram transformadas em $\sqrt{(x + 0,5)}$.

3.2.3. Comprovação conjunta dos experimentos propostos em 3.2.1. e 3.2.2., em condições de telado.

Para verificar, de maneira conjunta, o número ideal de *T. pretiosum* a ser liberado por ovo de *A. gemmatilis* (3.2.1.), e o número de ovos da praga necessário para causar danos, em infestações artificiais, à cultura (3.2.2.), instalou-se a presente pesquisa.

Foi utilizada soja 'IAC-48' plantada em telado, conforme descrito em 3.2.2., utilizando-se plantas entre R₁ e R₃.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, infestando-se artificialmente 16 metros lineares com ovos de *A. gemmatalis*, correspondendo cada metro linear a uma repetição, utilizando-se o tratamento definido em 3.2.2.; a seguir, liberou-se o número de parasitóides determinado em 3.2.1., proporcional ao número de ovos infestados artificialmente. Na testemunha, não foi feita a liberação do parasitóide.

O parasitismo foi avaliado no 4º dia, observado diretamente na área experimental, nos pontos onde foram distribuídos os ovos. A predação ocorrida no 3º dia, foi observada nas áreas onde houve liberação dos parasitóides, e na testemunha.

No 10º dia, baseando-se nas exigências térmicas de *A. gemmatalis* (Magrini, 1993), avaliou-se, em ambos tratamentos, o número de lagartas pequenas e grandes de *A. gemmatalis*, através de amostragem realizada pelo método do pano, estabelecendo-se, assim, o efeito do parasitóide na redução da praga. A eficiência do parasitismo foi avaliada, pela fórmula de Abbot (1925).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade. Para análise, o número de lagartas foi transformado em $\sqrt{(x + 1)}$.

3.3. Experimentos de campo.

3.3.1. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e do parasitismo natural por *T. pretiosum*.

Os levantamentos populacionais foram realizados na Fazenda "Areão", pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, no período de Janeiro a Março.

A área experimental constou de 1 ha de soja 'Br-37', realizando-se amostragens periódicas, durante o ciclo da cultura. Para ovos, foram realizadas amostragens semanais em 50 plantas, coletadas em 10 pontos escolhidos aleatoriamente, e trazidas para o laboratório. As plantas foram examinadas individualmente, em microscópio estereoscópico, registrando-se a presença de ovos de *A. gemmatalis*, parasitados.

A população de lagartas foi amostrada duas vezes por semana, através do pano de batida, considerando-se um total de 10 amostragens, na parcela experimental. Estas lagartas foram separadas em grandes e pequenas (vide 3.2.2.).

A flutuação populacional natural de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e seu parasitismo por *T. pretiosum*, foram comparados com parâmetros meteorológicos locais (temperatura média, máxima e mínima, e precipitação pluviométrica), assim como com a fenologia da cultura. Os dados climáticos foram obtidos de um posto meteorológico situado a 1.000 m da área experimental.

Estimou-se o número de gerações de *T. pretiosum*, durante o período de ocorrência de ovos de *A. gemmatalis*, em condições de campo, baseando-se na constante térmica estimada em 3.1.6., para a linhagem selecionada do parasitóide.

3.3.2 Comprovação conjunta dos experimentos propostos em 3.2.1. e 3.2.2., em condições de campo.

A pesquisa foi conduzida na área experimental do Departamento de Agricultura, da ESALQ-USP, utilizando-se soja 'CAC-1', sendo que a parcela constou de 100 m² e cada repetição foi a média de 8 metros lineares, infestados artificialmente com ovos da praga, suficientes para causarem prejuízos à cultura da soja, de forma análoga a 3.1.1.

Adultos de *T. pretiosum* foram liberados, mantendo-se a proporção de parasitóides por ovo da praga, em parcelas infestadas artificialmente, utilizando-se os tratamentos definidos em 3.2.1. e 3.2.2. Também foram consideradas 2 testemunhas: uma contendo somente ovos de *A. gemmatilis*, infestados artificialmente (sem liberação do parasitóide) e outra sem infestação de ovos e sem liberação do parasitóide (para avaliar a infestação e parasitismo natural).

Observou-se a porcentagem de parasitismo no 4º dia, nos pontos onde foi realizada a infestação artificial dos ovos, quando a cultura encontrava-se em R₇. O parasitismo natural também foi avaliado, através da observação de ovos parasitados, de 30 plantas escolhidas aleatoriamente, em parcelas não tratadas. O parasitismo natural foi corrigido através de Abbot (1925).

A predação natural, foi avaliada no 3º dia após a instalação do experimento, sendo a porcentagem de predação calculada pela fórmula descrita no item 3.2.2. No 10º dia, avaliou-se o número de lagartas pequenas e grandes por metro linear.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 6 repetições por tratamento. Os dados de parasitismo e o número de lagartas foram submetidas à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Para análise, o parasitismo e o número de lagartas foram transformados em $\sqrt{(x/100)}$ e $\sqrt{(x + 0,5)}$, respectivamente.

3.3.3. Capacidade de dispersão de *T. pretiosum*.

Para determinar o raio efetivo de ação de *T. pretiosum*, instalou-se um experimento na Fazenda "Areão", com a variedade de soja 'Embrapa-48', quando esta encontrava-se em R₅. Foram demarcados três círculos concêntricos com raios de 5, 10 e 15 m, infestando-se, artificialmente, cada planta com 60 ovos de *A. gemmatilis*, de acordo com a metodologia

citada em 3.2.1. e baseando-se na metodologia de Sá et al. (1993). Em função do aumento do raio nos três círculos concêntricos, o número de plantas (pontos) infestadas com ovos da praga variou, observando-se no primeiro círculo 8, e nos dois subsequentes 24 e 40 pontos, respectivamente. Posteriormente, os parasitóides foram liberados no ponto central dos círculos, mantendo-se a proporção ideal de parasitóides por ovo. O parasitismo foi permitido por 24 horas, e após este período, as folhas contendo os ovos, foram levadas para o laboratório, onde avaliou-se a porcentagem de parasitismo e predação.

Uma área testemunha, onde não houve infestação artificial de *A. gemmatalis*, foi demarcada a 300 m de distância do círculo concêntrico de 15 m, na tentativa de detectar o parasitismo natural, e corrigi-lo segundo Abbot (1925).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, considerando-se três repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de parasitismo foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$.

Foi estabelecido a relação matemática entre o raio de dispersão e o parasitismo, através da análise de regressão linear.

A distância média de dispersão (DM) e a área de dispersão (m^2) (s^2), foram calculadas pelo modelo de Dobzhansky & Wright (1943).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudos bioecológicos em laboratório.

4.1.1. Seleção da linhagem de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.

As linhagens (L.1.e L.Pr.) avaliadas nesta etapa, foram identificadas como *T. pretiosum*.

4.1.1.1. Aspectos biológicos e parasitismo de 2 linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818.

As duas linhagens estudadas, provenientes de localidades com condições climáticas diferentes, tiveram desempenho bastante semelhante, diferindo apenas com relação à longevidade, com a linhagem do Paraná vivendo mais do que o dobro do que a linhagem do Espírito Santo, e, com uma pequena variação com relação ao número de parasitóides por ovo, neste caso com um maior número de indivíduos na linhagem L.1. (Tabela 3).

Não houve diferença na duração do período ovo-adulto de *T. pretiosum*, em ovos de *A. gemmatalis*, nas duas linhagens estudadas. Como para insetos em geral, o desenvolvimento dos parasitóides é também bastante influenciado, pela temperatura (Butler Jr. & López 1980; Calvin et al.,1984). Assim, os valores obtidos a 25°C, para as duas linhagens, foram próximos aos registrados por Stein & Parra (1987) e Bleicher & Parra (1989) para populações de *T. pretiosum*, e, inferiores aos obtidos por Sá & Parra (1994a)

e por Tironi (1992), em diferentes hospedeiros, variações decorrentes do fato de se tratarem de populações e/ou linhagens diferentes de *T. pretiosum*.

A porcentagem de emergência (viabilidade aparente) para as duas linhagens, foi elevada, sem diferir entre si (Tabela 3). Os resultados obtidos para as linhagens de *T. pretiosum* estudadas, a 25°C, foram semelhantes as obtidas por diversos pesquisadores, para a mesma espécie, em diferentes hospedeiros (Estevam et al., 1987; Bleicher & Parra, 1989; Sá & Parra, 1994a). No entanto, outros autores como Tironi (1992), obtiveram para, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e para a espécie em estudo, *T. pretiosum*, maiores viabilidades na faixa de 20 a 30°C.

O número de adultos emergidos por ovo de *A. gemmatilis*, nas duas linhagens avaliadas, foi próximo, diferindo no entanto, estatisticamente entre si (Tabela 3). O número de ovos colocado por *Trichogramma*, varia, principalmente, em função do volume do ovo do hospedeiro, o qual é proporcional à quantidade de nutrientes contido no seu interior. Este aspecto é considerado mais importante do que a preferência hospedeira, pois permite a colocação de um elevado número de ovos (Vinson, 1997). Smith et al. (1986) observaram que hospedeiros maiores originaram parasitóides mais robustos, que, geralmente, podem apresentar fecundidade e longevidade maiores, o que é de interesse em programas de Controle Biológico Aplicado. Além do tamanho do hospedeiro, a alimentação do parasitóide, a densidade do hospedeiro e a presença de caimônios, também podem influenciar este parâmetro (Parra & Zucchi, 1986).

A razão sexual das linhagens de *T. pretiosum*, não diferiu estatisticamente entre si, havendo predominância de fêmeas nas linhagens estudadas (Tabela 3). A razão sexual, para as duas linhagens, foi superior àquela obtida por Sá & Parra (1994a), em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e *Helicoverpa zea* (Boddie). Este parâmetro, em espécies de *Trichogramma* é influenciado pela temperatura, umidade, e hospedeiro (Voegelé, 1978). Portanto, em condições semelhantes de temperatura e umidade, a qualidade do hospedeiro é o fator de maior influência na razão sexual do parasitóide (Green et al., 1982). Existem

Tabela 3. Valores médios de duração do ciclo, viabilidade, razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo, longevidade das fêmeas e parasitismo (24 horas) de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatilis*. Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Linhagens	Duração (dias)	Viabilidade (%)	Razão sexual	Nº de indivíduos/ ovo	Longevidade (dias)	Parasitismo (%)
L.I.	$10,19 \pm 0,09$ a	$98 \pm 1,12$ a	0,96 a	$2,94 \pm 0,25$ b	$4,10 \pm 0,25$ b	$11,98 \pm 1,86$ a
L.Pr.	$10,00 \pm 0,00$ a	$98 \pm 1,48$ a	0,84 a	$2,72 \pm 0,14$ a	$8,62 \pm 0,09$ a	$10,59 \pm 1,04$ a

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

duas explicações para este fenômeno: uma, seria o reconhecimento pelo parasitóide da qualidade dos diferentes hospedeiros, colocando ovos que originariam machos ou fêmeas; a outra hipótese sugere que a razão sexual é determinada pela progênie em desenvolvimento, em resposta à qualidade do hospedeiro (Vinson, 1997), em função da competição entre indivíduos de ambos os sexos.

A longevidade das fêmeas variou em função das linhagens (L.1. e L.Pr.), observando-se diferenças estatisticamente significativas entre elas, destacando-se a linhagem L.Pr., com um período de sobrevivência duas vezes maior que L.1. (Tabela 3). Longevidades superiores foram obtidas por Sá & Parra (1994a), para uma linhagem coletada em ovos de *H. zea*, e criada em diferentes hospedeiros. Bleicher & Parra (1989) detectaram variações na longevidade de três populações de *T. pretiosum*, de acordo com a origem das linhagens, utilizando o mesmo hospedeiro de criação.

O parasitismo de ovos de *A. gemmatalis*, durante 24 horas, para L.1.e L.Pr., foi semelhante para ambas as linhagens (Tabela 3). Tironi (1992) avaliando uma linhagem de *T. pretiosum* coletada em ovos de *H. zea*, constatou um parasitismo médio, por fêmea, de 21 ovos de *A. kuehniella*, no mesmo período de tempo, a 25°C. As diferenças constatadas entre os resultados aqui observados (Tabela 3) e os resultados apresentados por Tironi (1992), podem ser atribuídas a aspectos metodológicos na presente pesquisa, na obtenção dos ovos de *A. gemmatalis* submetidos ao parasitismo, através do processo de lavagem dos mesmos. Assim, linhagens diferentes de *T. pretiosum*, podem apresentar taxas de parasitismo próximas, pela eliminação de estímulos químicos, afetando o reconhecimento do hospedeiro. A aceitação ou rejeição dos hospedeiros varia de acordo com a linhagem de *Trichogramma* utilizada (Dejong & Pak, 1984), sugerindo que substâncias químicas poderiam estar envolvidas (Pak, 1988; Vinson, 1997). Vários pesquisadores constataram a influência da presença de cairômônio nas escamas deixadas sobre os ovos de diferentes hospedeiros, no parasitismo por *T. pretiosum* (Noldus, 1985; Pratissoli, 1989). Desta forma, na presente pesquisa, provável eliminação dos cairômonios, com a lavagem dos ovos, poderia ser a causa de menor parasitismo em 24 h (Tabela 3).

Embora o comportamento biológico das 2 linhagens tenha sido semelhante, selecionou-se a linhagem L.Pr. por ter apresentado maior longevidade, o que a credencia como mais eficiente com relação à capacidade total de parasitismo, pelo fato de viver mais. Como a diferença entre o número de adultos por ovo foi muito pequena e os demais parâmetros foram semelhantes (Tabela 3), optou-se pela linhagem do Paraná, não só pela maior longevidade, mas também pelo fato de ter sido coletada no hospedeiro natural (Tabela 2). Esta seleção pode ter algumas imperfeições desde que, além dos parâmetros biológicos avaliados em condições de laboratório, na presente pesquisa, a capacidade de "busca", a preferência hospedeira e a adaptação a condições climáticas, também devem ser consideradas na seleção de linhagens (Pak, 1988; Hassan, 1990; 1993).

4.1.2. Biologia da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum* selecionada em ovos de *A. gemmatilis*, em diferentes temperaturas.

A duração média do desenvolvimento biológico (ovo-adulto) de *T. pretiosum*, no hospedeiro natural, foi afetada significativamente pela temperatura, ocorrendo um aumento da velocidade de desenvolvimento com a elevação térmica, nas condições estudadas (Tabela 4 e Figura 3). Embora a 32°C, numericamente, tenha ocorrido uma tendência de aumento da duração em relação àquela obtida a 30°C, não houve estatisticamente diferença entre estes dois valores. Vários autores constataram a influência da temperatura sobre a velocidade de desenvolvimento deste parasitóide (Butler Jr. & López, 1980; Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Bleicher & Parra, 1989; Grillé & Basso, 1994; Pratissoli, 1995).

Os valores apresentados nesta pesquisa, para a duração do ciclo (ovo-adulto), são muito próximos àqueles mostrados para *T. pretiosum* por Grillé & Basso (1994), na faixa de 18 e 32°C. Bleicher & Parra (1989) também observaram resultados semelhantes para a população de *T. pretiosum*, proveniente de Goiânia, na mesma faixa de temperatura. No entanto, outros autores registraram variações para este parâmetro, numa determinada faixa

térmica, em função da linhagem de *T. pretiosum* e do hospedeiro utilizado (Butler Jr. & López, 1980; Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Pratissoli, 1995).

A viabilidade da linhagem de *T. pretiosum*, criada em ovos de *A. gemmatalis*, não foi afetada pela faixa de temperatura estudada, constatando-se taxas de emergência superiores a 86% (Tabela 4 e Figura 4). Como na presente pesquisa, avaliou-se a viabilidade aparente, ou seja, medição da viabilidade a partir apenas do escurecimento do ovo, pode ser que tenha ocorrido morte do parasitóide, nas diferentes condições, anterior à esta avaliação. Por outro lado, em *T. pretiosum* e *Trichogramma galloi* Zucchi, não observaram variações entre a viabilidade aparente e real (Cônoli & Parra, não publicado). Bleicher & Parra (1989) e Estevam et al. (1987) registraram resultados semelhantes, destacando-se que não houve influência da temperatura na viabilidade, para *T. pretiosum*, independentemente da linhagem e do hospedeiro utilizado. Por outro lado, para *Trichogramma minutum* Riley, Lund (1934) observou que as temperaturas fora da faixa de 17 a 32°C, reduziram significativamente a viabilidade. A emergência de *T. galloi*, em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius), também foi drasticamente reduzida a 18°C (Parra & Sales Jr., 1994). Estudos realizados com uma linhagem de *T. pretiosum*, coletada em ovos de *H. zea*, criada posteriormente sobre o hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, evidenciaram maiores taxas de emergência dos parasitóides, nas temperaturas entre 20 e 30°C (Tironi, 1992). Mesmo a temperatura de 32°C, que tinha mostrado uma tendência de inadequação nutricional com um alongamento da duração do ciclo, proporcionou alta viabilidade (96%).

A razão sexual da linhagem selecionada de *T. pretiosum* não foi afetada pela temperatura, apresentando maior proporção de fêmeas (Tabela 4). A influência da temperatura sobre a razão sexual de espécies de *Trichogramma* é variável, tornando-se evidentes as variações na razão sexual para *Trichogramma evanescens* Westwood, à medida que decresce a temperatura (Lund, 1938). Entretanto, alguns pesquisadores (Calvin et al., 1984; Estevam et al., 1987; Bleicher & Parra, 1989; Parra et al., 1988; 1991; Tironi, 1992) confirmaram que a condição térmica não afetou a razão sexual de *T. galloi*, *Trichogramma distinctum* Zucchi, *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, em diferentes hospedeiros.

Tabela 4. Duração média do ciclo(ovo-adulto), viabilidade, razão sexual, número de indivíduos por ovo da linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum* criada em ovos de *Anticarsia gemmatilis*, em diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração do ciclo (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade (%)	Razão Sexual	Número de Indivíduos por ovo	Longevidade das fêmeas (dias)
18	23,76±0,22	f 21 --- 26	86±4,26 a	0,69 a	3,24±0,22 ab	9,90±1,22 a
20	15,52±0,08	e 15 --- 17	96±2,67 a	0,62 a	3,92±0,19 a	8,27±1,66 ab
22	14,41±0,07	d 14 --- 15	96±2,67 a	0,72 a	3,79±0,19 a	8,74±0,62 ab
25	10,29±0,13	c 9 --- 12	90±4,47 a	0,67 a	3,71±0,17 a	8,36±0,72 ab
28	8,41±0,16	b 7 --- 10	88±4,42 a	0,71 a	3,74±0,24 a	6,18±0,58 ab
30	6,82±0,08	a 6 --- 8	90±5,37 a	0,62 a	3,41±0,18 ab	6,13±0,71 ab
32	7,12±0,09	a 6 --- 10	96±2,67 a	0,62 a	2,62±0,17 b	5,26±0,49 b

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

Figura 3. Duração média do período ovo-adulto da linhagem L. Pr. de *Trichogramma pretiosum*, criada em ovos de *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Figura 4. Porcentagem de emergência (viabilidade aparente) da linhagem L. Pr. de *Trichogramma pretiosum*, criada em ovos de *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

A qualidade do hospedeiro também pode influenciar a razão sexual (Green et al., 1982), decorrente da competição dos indivíduos de ambos os sexos, pela limitação de recursos nutricionais, no interior do ovo (Vinson, 1997).

O número de parasitóides emergido por ovo de *A. gemmatalis*, variou de acordo com a temperatura estudada, não havendo diferença estatística entre 18 e 30°C. No entanto, este parâmetro foi drasticamente reduzido a 32°C, embora sem diferir estatisticamente de 18 e 30°C (Tabela 4). A aparente inadequação da temperatura de 32°C na duração do período ovo-adulto (Tabela 4), embora não tenha refletido na viabilidade, refletiu neste parâmetro (número de indivíduos/ovo).

A duração do período de avaliação do hospedeiro, está relacionada com a curvatura do ovo (Schmidt & Smith, 1985), o que permite quantificar o número ótimo de indivíduos alocados por hospedeiro (Schmidt & Smith, 1987). Este processo pode também ser influenciado pela temperatura, prolongando-se em temperaturas mais baixas (Schmidt & Pak, 1991), afetando assim o processo de reconhecimento do hospedeiro pelo parasitóide. Portanto, é possível que o decréscimo significativo do número de ovos colocados por hospedeiro, a 32 °C, possa estar relacionado a este fato.

A longevidade média das fêmeas de *T. pretiosum*, em ovos de *A. gemmatalis*, diminuiu com o aumento da temperatura. A maior longevidade foi constatada a 18°C, observando-se uma redução significativa deste parâmetro a 32°C. Na faixa de temperatura entre 18 e 30°C, a longevidade das fêmeas de *T. pretiosum*, foi estatisticamente semelhante (Tabela 4). As maiores longevidades para *Trichogramma*, foram constatadas nas temperaturas inferiores, as quais podem relacionar-se com a diminuição da atividade metabólica, fenômeno observado por diversos pesquisadores (Bleicher & Parra, 1989; Pratissoli, 1995). As variações na longevidade de *T. pretiosum*, observadas por diversos autores, na mesma faixa de temperatura estudada nesta pesquisa, sugerem a influência da linhagem do parasitóide e do hospedeiro de criação, sobre este parâmetro (Calvin et al., 1984; Bleicher & Parra, 1989).

Figura 5. Sobrevivência de adultos de *Trichogramma pretiosum* da linhagem L.Pr., mantidos em ovos de *Anticarsia gemmatilis* em diferentes temperaturas. UR:70±10% e fotofase 14 horas. (Valores observados e estimados pela equação de Weibull).

A sobrevivência das fêmeas de *T. pretiosum* nas temperaturas estudadas, determinadas através da distribuição de Weibull, obedeceram ao modelo proposto (Figura 5), sendo possível estimar este parâmetro, em diferentes temperaturas, em laboratório, com base nas equações determinadas.

4.1.3. Determinação das exigências térmicas da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum*, em ovos de *A. gemmatalis*.

Baseando-se na velocidade de desenvolvimento nas diferentes temperaturas (18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C), para o período de ovo-adulto do parasitóide, pôde-se determinar o limite térmico inferior de desenvolvimento (tb) e a constante térmica (K), da linhagem selecionada (L.Pr.) de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*. Assim, foram constatados os respectivos valores de 12,10°C e 133,01 GD (graus dia) (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 5. Limite térmico inferior (tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) do período ovo-adulto de *Trichogramma pretiosum*, criado em ovos de *Anticarsia gemmatalis*, em condições de laboratório. UR:70±10% e fotofase de 14 horas.

Espécie	tb (°C)	K (GD)	Equação de Regressão	R^2 (%)
<i>T. pretiosum</i>	12,10	133,01	$Y = -0,09094 + 0,07518 X$	97,05

O valor de temperatura base (tb) obtido neste trabalho (Tabela 5), foi ligeiramente superior aos apresentados para diferentes linhagens de *T. pretiosum* por outros autores (Tabela 6), conseqüentemente, a respectiva constante térmica (K) determinada foi inferior

Figura 6. Curva de velocidade de desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* linhagem L.Pr., criado em ovos de *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

(Tabela 5 e 6). O elevado coeficiente de determinação (R^2) observado no presente estudo, evidencia a confiabilidade dos resultados obtidos (Tabela 5).

As variações entre os valores de temperatura base (tb) e a constante térmica (K) observadas na presente pesquisa (Tabela 5), e aqueles registrados por outros autores (Tabela 6), indicam a influência da linhagem e do hospedeiro de criação sobre estes parâmetros.

Goodenough et al. (1983) e Calvin et al (1984) mostraram para *T. pretiosum*, temperaturas bases inferiores (Tabela 6), quando comparadas às obtidas neste trabalho (Tabela 5). A variação existente em relação a este parâmetro, pode ser atribuída ao fato de utilizarem-se hospedeiros de criação diferentes, o que também foi constatado por Estevam et al. (1987). De maneira semelhante, a origem das populações de *T. pretiosum*, também exerce influência sobre o limiar térmico inferior e a constante térmica (Bleicher & Parra, 1990a), em função da adaptação (aclimatação) do parasitóide às condições climáticas da localidade de coleta.

Tabela 6. Temperatura base (tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) de *Trichogramma pretiosum*, em diferentes hospedeiros, considerando-se diversos autores.
(Calculados através do método da hipérbole)

Espécie	Hospedeiro	tb (°C)	K (GD)	R ² (%)	Referência
<i>T. pretiosum</i>	<i>H. virescens</i>	10,22	164,60	95,62	Goodenough et al., (1983)
<i>T. pretiosum</i>	<i>S. cerealella</i>	10,70	174,40	95,95	Goodenough et al., (1983)
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. kuehniella</i>	10,05	169,45	95,05	Goodenough et al. (1983)
<i>T. pretiosum</i>	<i>G. mellonella</i>	11,46	183,29	99,41	Goodenough et al. (1983)
<i>T. pretiosum</i>	<i>D. grandiosella</i>	9,97	158,71	91,23	Calvin et al. (1984)
<i>T. pretiosum</i>	<i>H. virescens</i>	11,00	140,21	-----	Estevam et al. (1987)
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. kuehniella</i>	13,59	108,78	-----	Estevam et al. (1987)
<i>T. pretiosum</i> (Iguatu)*	<i>A. kuehniella</i>	12,81	133,25	96,31	Bleicher & Parra (1990b)
<i>T. pretiosum</i> (Goiania)*	<i>A. kuehniella</i>	11,98	131,95	97,87	Bleicher & Parra (1990a)
<i>T. pretiosum</i>	<i>T. absoluta</i>	12,98	131,33	98,62	Pratisoli (1995)
<i>T. pretiosum</i>	<i>P. opercullella</i>	13,53	120,90	99,03	Pratisoli (1995)
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. gemmatilis</i>	12,80	125,30	-----	Foerster et al. (1996)

*População

Houve, segundo os diferentes autores, uma variação do limiar térmico inferior de desenvolvimento (tb) de 9,97 a 13,59°C, em função do hospedeiro, local de estudo, linhagem utilizada e metodologia. Mesmo o estudo realizado com a linhagem do mesmo local (Foerster et al., 1996), apresentou uma pequena variação, em função, provavelmente, da metodologia utilizada. Embora a nutrição leve a alterações fisiológicas consideráveis, variações de 2-3°C entre temperaturas bases, podem ter influências pequenas na previsão de ocorrência de uma determinada praga (Parra, comunicação pessoal)¹.

4.1.4. Capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*, em diferentes temperaturas.

O ritmo de parasitismo de *T. pretiosum* variou de acordo com a temperatura, oscilando entre 7 e 11, o número de ovos parasitados por fêmea, nas temperaturas entre 18 e 32°C, durante as primeiras 24 horas (Figura 7). De maneira geral, o parasitismo diário foi variável, na faixa térmica estudada, prolongando-se nas menores temperaturas (18 e 20°C), em função da maior longevidade das fêmeas (Figura 7). Estas variações no ritmo de parasitismo, em cada uma das temperaturas, podem estar relacionadas com a linhagem, espécie e hospedeiro utilizado (Pinto & Tavares, 1990; Hassan & Guo, 1991; Tironi, 1992). Pak & Oatman (1982b) observaram as maiores taxas de parasitismo para *T. pretiosum*, nas temperaturas entre 15 e 25°C.

O parasitismo de ovos de *A. gemmatalis* por *T. pretiosum*, se manteve até a morte do parasitóide, não ocorrendo uma concentração do parasitismo nos primeiros dias (Figura 7). Este fenômeno foi constatado por alguns pesquisadores, para *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello e *T. pretiosum* (Pinto & Tavares, 1990; Tironi, 1992).

O parasitismo acumulado, nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, atingiu 80%, aos 6, 6, 5, 4, 5, 6 e 5 dias, respectivamente (Figura 7). Assim, diferenças em relação ao período em que a linhagem selecionada de *T. pretiosum*, atingiu tal porcentagem de parasitismo, foram encontradas nas temperaturas extremas de 18 e 32°C.

¹ Parra, J. R. P. (ESALQ-USP, Piracicaba). Comunicação pessoal, 1985.

O aumento da temperatura provocou uma diminuição no período de parasitismo, tendência já observada por vários autores (Tironi, 1992; Pratissoli, 1995). No entanto, as variações dos resultados encontrados neste trabalho, quando comparadas às observadas por outros pesquisadores (Pinto & Tavares, 1990; Tironi, 1992; Pratissoli, 1995), podem ser atribuídas à espécie e/ou linhagem de *Trichogramma*, assim como também ao hospedeiro utilizado.

O número de ovos parasitados de *A. gemmatalis* pela linhagem selecionada de *T. pretiosum* variou, dependendo da temperatura (Tabela 7). As maiores taxas de parasitismo ocorreram nas temperaturas de 25 e 28°C, que só diferiram estatisticamente das menores temperaturas (18 e 20°C), as quais podem ser consideradas inadequadas ao parasitismo pela linhagem selecionada de *T. pretiosum* (Tabela 7). Estes resultados mostram que a capacidade de parasitismo não foi afetada pela temperatura na faixa entre 22 e 32°C, dando uma indicação de adaptação desta linhagem de *T. pretiosum* a temperaturas elevadas. Desta maneira, liberações do parasitóide visando ao controle de ovos de *A. gemmatalis*, não serão afetadas pelas elevadas temperaturas, comumente observadas durante a ocorrência da praga, no campo. Este é um aspecto positivo desta linhagem como agente potencial de controle de *A. gemmatalis*, desde que diversas pesquisas têm demonstrado que para espécies e/ou linhagens de *Trichogramma*, o hospedeiro e a temperatura interferem na sua eficiência de controle, sendo a capacidade de parasitismo, um dos parâmetros afetados (Pak & Oatman, 1982b; Bleicher & Parra, 1990b; Tironi, 1992).

As variações encontradas nas diferentes temperaturas, relacionadas com a capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*, neste estudo, também foram constatadas por outros autores (Pak & Oatman, 1982b; Calvin et al., 1984; Tironi, 1992). Estas variações na capacidade de parasitismo de diferentes espécies e/ou linhagens de *Trichogramma*, podem ser explicadas pela adaptação ao hospedeiro, em função das condições térmicas do agroecossistema onde este ocorre naturalmente. Pak & Oatman (1982b) mostraram maior número de ovos de *Trichoplusia ni* (Hübner) parasitados por *T. pretiosum*, na faixa entre 15 e 25°C. Entretanto, os resultados observados por Tironi (1992), constataram que as maiores taxas de parasitismo observadas para a mesma espécie, coletada em ovos de *H. zea*, estiveram entre 20 e 25°C.

Figura 5. Parasitismo diário e acumulado de *Trichogramma pretiosum* mantido em ovos de *Anticarsia gemmatilis* em diferentes temperaturas. UR: 70 $\pm$ 10% e fotofase 14 horas. (As setas indicam 80% de parasitismo)

Apesar de não existir uma tendência consistente do efeito da temperatura sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma*, alguns pesquisadores observaram para diversas espécies do parasitóide, que as maiores taxas de parasitismo encontravam-se a 25°C (Calvin et al., 1984; Cabello & Vargas, 1988; Gou, 1988), apresentando resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa. Apesar de ser coletada numa região mais fria (Tabela 2), a linhagem L.Pr., mostrou uma grande capacidade de adaptação em uma faixa térmica bastante ampla. Considerando-se que emergem entre 2,5 e 3 indivíduos por ovo de *A. gemmatalis* (Tabela 3), a capacidade de parasitismo nas diferentes temperaturas (Tabela 7), se aproxima dos valores médios registrados para as diferentes espécies de *Trichogramma*, ou seja, entre 70 e 120 indivíduos por fêmea (Parra & Zucchi, 1986). Estes resultados atestam, mais uma vez, a potencialidade deste parasitóide no controle de *A. gemmatalis*.

Tabela 7. Número total de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum* sobre ovos de *Anticarsia gemmatalis*, nas diferentes temperaturas. UR: 70±10% e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Número de ovos parasitados por fêmea
18	24,05±2,69 bc
20	23,36±3,68 c
22	33,35±2,63 abc
25	49,88±3,93 a
28	50,57±4,86 a
30	41,83±4,98 ab
32	39,26±3,29 ab

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

O parasitismo diário de ovos *A. gemmatalis*, decresceu ao longo do tempo, fenômeno constatado nas diferentes temperaturas estudadas (Figura 7). Este fato foi confirmado por vários pesquisadores para diversas espécies e/ou linhagens de *Trichogramma*, independentemente da temperatura avaliada (Pinto & Tavares, 1990; Tironi, 1992; Pratissoli, 1995). Assim, foram determinadas equações de regressão simples (Tabela 8), observando-se uma correlação negativa entre o parasitismo e a longevidade de *T. pretiosum*, na faixa térmica estudada. O elevado coeficiente de determinação (R^2) (Tabela 8), indica o grau de confiabilidade destas correlações. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, para diferentes espécies e linhagens de *Trichogramma* (Bleicher & Parra, 1990b; Pinto & Tavares, 1990; Pratissoli, 1995).

Tabela 8. Equações de regressão simples para combinações entre o parasitismo e longevidade da linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum*, em 7 temperaturas, com seus respectivos coeficientes de determinação.

Temperatura (°C)	Equação de regressão	R^2 (%)
18	$\ln y = - 1,3406 + 4,589/x$	80,94
20	$\ln y = - 1,3209 + 4,624/x$	90,57
22	$\log y = - 1,4150 + 4,719/x$	98,30
25	$\ln y = - 1,7851 + 4,662/x$	89,05
28	$\ln y = - 2,0129 + 4,757/x$	96,99
30	$y^{1/2} = - 5,9966 + 10,360/x$	95,42
32	$\ln y = - 1,6892 + 4,752/x$	98,54

4.1.5. Tabela de vida de fertilidade de *T. pretiosum* mantido em ovos de *A. gemmatalis*, em diferentes temperaturas.

A taxa líquida de reprodução (R_0) de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*, variou de 33,28 a 71,91 vezes, observando-se as maiores taxas de aumento entre 28 e 30°C (Tabela 9), consideradas as melhores temperaturas para o desenvolvimento deste parasitóide.

A duração média de uma geração (T) de *T. pretiosum*, criado sobre o hospedeiro natural, apresentou uma relação inversa com o aumento da temperatura, entre 28,15 e 9,54 dias, para 18 a 32°C, respectivamente (Tabela 9). A razão infinitesimal de aumento (rm), aumentou com a elevação da temperatura, na faixa térmica estudada (Tabela 9).

Os maiores valores de λ , isto é, o número de fêmeas adicionado à população por fêmea, foram obtidos nas temperaturas de 28 e 30°C (Tabela 9), os quais estiveram muito próximos, confirmando a sua adequação para o desenvolvimento de *T. pretiosum*.

A tabela de vida de fertilidade é muito utilizada para avaliar o desempenho biológico de insetos, quando é comparado o seu desenvolvimento em diferentes condições abióticas, sejam de temperatura ou umidade relativa, entre outras (Parra, 1997). Desta maneira, alguns autores têm adotado esta metodologia, na comparação de linhagens e/ou espécies de *Trichogramma* (Pak & Oatman, 1982b; Bleicher & Parra, 1990b; Segade et al., 1994; Pratisoli, 1995). Bleicher & Parra (1990b) constataram diferenças em três populações de *Trichogramma*, coletadas em *Alabama argillacea* (Huebner), através da utilização da tabela de vida de fertilidade. De maneira semelhante, a metodologia referida permitiu definir *Phthorimaea operculella* (Zeller), como o hospedeiro mais adequado ao desenvolvimento de *T. pretiosum* (Pratisoli, 1995).

Segade et al. (1994) demonstraram a adaptação de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*, em relação ao hospedeiro alternativo *S. cerealella*, através da comparação da taxa líquida de reprodução (R_0) e da razão infinitesimal de aumento (rm), evidenciando o grande potencial deste parasitóide no controle do seu hospedeiro natural.

Tabela 9. Duração média da geração (T), taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento (λ) para *Trichogramma pretiosum* sobre *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes temperaturas. UR: 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	R_0	rm	T (dias)	λ
18	33,28	0,1229	28,15	1,131
20	33,73	0,1846	19,05	1,203
22	44,76	0,2283	16,65	1,256
25	55,88	0,2861	14,62	1,331
28	71,91	0,3777	11,32	1,459
30	67,15	0,3940	10,67	1,483
32	52,15	0,4143	9,54	1,153

4.2. Experimentos em casa-de-vegetação e telado.

4.2.1. Determinação do número ideal de *T. pretiosum* a ser liberado por ovo de *A. gemmatalis*.

As maiores taxas de parasitismo de *T. pretiosum*, foram encontradas nas partes média e superior da planta de soja (Tabela 10), sugerindo que tais resultados estejam relacionados à maior luminosidade nestes locais, pois as espécies de *Trichogramma* são consideradas fototrópicas positivas (Morrison et al., 1976). No entanto, variações no parasitismo de *T. pretiosum*, nas diferentes alturas da planta, podem ser encontradas nas diversas cultivares de soja, em função da arquitetura e fenologia da planta. A própria proporção parasitóide : ovo da praga liberada pode afetar estes resultados.

Os resultados obtidos (Tabela 10), permitiram definir a altura onde colocar-se-iam-se os ovos da praga, para a execução dos experimentos, posteriores, embora, Ferreira & Panizzi (1978), tenham encontrado que *A. gemmatalis* prefere colocar ovos na parte inferior da planta.

Tabela 10. Porcentagem de parasitismo de ovos de *Anticarsia gemmatalis* parasitados pela linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum*, em diferentes alturas da planta de soja, no estágio V₆^{*}, em casa-de-vegetação.

Parte da planta	Número de parasitóides liberado por ovo de <i>A.</i> <i>gemmatalis</i>	Número de ovos de <i>A.</i> <i>gemmatalis</i> por planta de soja	Parasitismo (%)
Inferior	1,33	60	26,90±4,46 b
Média	1,33	60	60,47±6,86a
Superior	1,33	60	75,47±8,29a

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

* Estágio vegetativo da planta de soja, segundo Fehr et al.(1971).

O parasitismo de *T. pretiosum* foi crescente com o aumento do número de parasitóides liberados, até a proporção de 5,33 parasitóides por ovo de *A. gemmatalis*, para ambos os estágios fenológicos da soja (Tabela 11). A partir deste valor não houve proporcionalidade entre o número de parasitóides liberado e a porcentagem de ovos parasitados, observando-se uma estabilização do parasitismo, o que pode indicar a ocorrência de superparasitismo. Knipling (1977) constatou, através de modelos de simulação, que números crescentes de parasitóides liberados por unidade de área, podem interferir na eficiência do parasitóide, decorrente da competição intraespecífica. Neste

Tabela 11. Porcentagem de parasitismo de ovos de *Anicarsia gemmatilis* sob números crescentes de indivíduos da linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum* liberados, em plantas de soja (R_3 e R_8), mantidas em gaiolas com armação de madeira, com tela de náilon em casa-de-vegetação.

Número de parasitóides liberados	Número de ovos de <i>A. gemmatilis</i> por planta	Proporção de parasitóides liberado por ovo de <i>A. gemmatilis</i>	Parasitismo (%) R_3	Parasitismo (%) R_8
10	60	0,16	11,93±0,97 d	17,40±2,39 d
20	60	0,33	9,97±0,53 d	35,27±2,32 c
40	60	0,66	14,64±0,62 d	35,31±0,81 c
80	60	1,33	65,05±1,90 c	49,31±2,61 c
160	60	2,66	72,84±2,87 bc	81,13±4,42 b
320	60	5,33	77,27±2,95 ab	98,21±0,85 a
640	60	10,64	81,45±1,62 ab	92,60±2,91 a

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

* Estágios reprodutivos da planta de soja, segundo Fehr et al. (1971).

caso, segundo o autor, diminuiria a probabilidade do parasitóide encontrar um ovo não parasitado, em função do incremento da densidade do parasitóide.

A redução da massa foliar no estágio reprodutivo R_8 , pode ter levado, no geral, a maiores taxas de parasitismo, quando comparadas a R_3 (Tabela 11). De qualquer forma, ficou evidente a influência do estágio fenológico em tal parasitismo, pois em R_3 , houve necessidade de um número maior de parasitóides liberados para que houvesse resposta, enquanto que em R_8 ocorreu uma reação inicial mais rápida (Tabela 11). Assim, a capacidade de "busca" do parasitóide foi facilitada em função da queda das folhas em R_8 , pela variação na arquitetura da planta (Andow & Prokrym, 1990). Outros autores verificaram que a fenologia da planta e / ou / cultura, pode afetar a eficiência das liberações de *Trichogramma*, nas culturas de milho (Burbutis & Koepke, 1981) e algodoeiro (Puterka et al., 1985), observando-se reduções nas taxas de parasitismo com o incremento da massa foliar.

Lopes (1988) e Sá (1991) obtiveram maiores taxas de parasitismo para as culturas da cana-de-açúcar e milho, com as proporções de 1,6 e 10,7 parasitóides por ovo da praga, visada, resultados bastante discrepantes, dependendo da cultura. Assim, a proporção obtida nesta pesquisa, que dará o máximo parasitismo (5,33 parasitóides / ovo) (Tabela 11), atestam tal variação. Portanto, o número ideal de parasitóides a ser liberado em função do número de ovos da praga não deve ser pré-determinado, visto que a complexidade estrutural da planta (arquitetura), variações na massa foliar e tamanho do vegetal, podem influenciar este parâmetro (Burbutis & Koepke, 1981; Kanour & Burbutis, 1984; Keller et al., 1985).

4.2.2. Determinação do número de ovos, em infestações artificiais, para causar danos por *A. gemmatilis*.

O número de lagartas grandes de *A. gemmatilis*, provenientes de infestação artificial com 576 ovos, atingiu um valor médio de 10,75 / metro linear, diferindo estatisticamente dos tratamentos com menor quantidade de ovos (72 e 144) (Tabela 12).

Tabela 12. Número de lagartas, dez dias após a infestação, provenientes de infestação artificial com ovos de *Aniticarsia gemmatalis*, em soja ‘Br-37’ plantada, em telado de náilon.

Infestação artificial com diferentes números de ovos de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear	Predação de ovos de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear (%)	Número de lagartas pequenas de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear	Número de lagartas grandes de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear
72	66,5	1,25±0,22 a	2,02±0,61 b
144	83,5	1,31±0,35 a	2,46±1,81 b
288	78,0	0,50±0,18 a	6,54±0,53 ab
576	86,8	1,06±0,28 a	10,75±0,61 a

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

Como o nível de controle dessa praga não foi atingido (20 lagartas grandes / metro linear), é de se supor que a quantidade de ovos a ser colocada, em infestações artificiais, deve ser, teoricamente, o dobro do que foi utilizado na presente pesquisa, para que seja atingido o nível de controle. Sugerem-se pesquisas neste sentido.

O número de lagartas pequenas amostradas foi reduzido, como era de se esperar, pois como as amostragens foram realizadas dez dias após a infestação, as lagartas provenientes daquela deveriam estar no 3º instar ou em estádios mais avançados, baseando-se nas exigências térmicas (Magrini, 1993). Provavelmente, as lagartas pequenas amostradas referen-se a infestações naturais.

A predação mostrou-se elevada em todos os tratamentos, oscilando entre 66 e 87% (Tabela 12), a despeito de tratar-se de uma condição de semi-campo, onde, provavelmente, a predação é menor do que a registrada no campo.

É evidente que a evolução populacional de pragas no campo, depende de fatores bióticos e abióticos, sendo que dentre eles, a umidade relativa e' muito importante para a soja, pois em determinados anos a incidência de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, pode dizimar totalmente a população da praga (Gastal & Galileo, 1975; Galileo et al., 1977). Entretanto, fatores como cultivar, fenologia, produtos químicos aplicados, etc., não podem ser deixados de lado. É fundamental também lembrar a ação de inimigos naturais (parasitóides e predadores) que, como demonstrado nesta pesquisa, podem causar reduções bastantes grandes.

Assim, fica demonstrado que para avaliar-se a eficiência de inimigos naturais, no caso, um parasitóide de ovos, é necessária uma infestação maciça, pois a avaliação da eficiência de parasitismo em um número pequeno de indivíduos, poderá levar a uma "eficiência irreal", que não irá refletir nos prejuízos causados à cultura (Tabela 13).

4.2.3. Avaliação da eficiência de *T. pretiosum* em infestações artificiais de *A. gemmatalis*, em condições de telado.

O número total de lagartas de *A. gemmatalis*, amostrada na área de liberação do parasitóide foi significativamente menor que a testemunha (Tabela 13). Ocorreu uma redução significativa de lagartas (15,8) na área de liberação, com uma eficiência de controle de 65,2% (Tabela 13). Este resultado a despeito de ter sido obtido em condições de semi-campo, é bastante promissor, evidenciando o potencial deste parasitóide no controle de *T. pretiosum*.

Constatou-se uma alta taxa de predação, especialmente na área de liberação (62,1%) (Tabela 13). Desde que na infestação artificial foram colocados 576 ovos de *A. gemmatalis*, sobraram 218 ovos da praga. Excluindo a mortalidade de embriões e a mortalidade de lagartas nos primeiros ínstares (por diversos fatores), a redução da população de lagartas se deveu à ação do parasitóide, liberado na base de 5,33 indivíduos : ovo da praga (4.2.1.). É evidente que esta proporção foi alterada em função da própria predação registrada. Por outro lado, é interessante lembrar que muitos dos ovos relatados como predados, poderiam também estar parasitados, o que não foi possível detectar em função do tipo de avaliação realizada na presente pesquisa. Desta forma, é possível que o parasitismo esteja subestimado. Em termos práticos, no entanto, a eficiência de controle de 65,2% dá uma idéia da grande agressividade deste parasitóide e a indicação de que este agente de controle biológico poderá ter um espaço em Programas de Manejo de Pragas da cultura da soja.

Tabela 13. Efeito da liberação de *Trichogramma pretiosum* (linhagem L.Pr.) no parasitismo de ovos e na população de lagartas de *Anicarsia gemmatalis*, em soja 'IAC-48', plantada, em telado de náilon.

Tratamento	Predação de ovos de <i>A. gemmatalis</i> (%)	Parasitismo de ovos de <i>A. gemmatalis</i> por <i>T. pretiosum</i> (%)	Número total de lagartas de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear	Eficiência de controle (%)
Liberação de <i>T. pretiosum</i> ¹	62,1	39,5±2,20	5,5±1,62 a	65,2
Testemunha ²	41,1	----	15,8±0,93 b	----

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

¹ 3.070 adultos de *Trichogramma pretiosum* liberados por metro linear, que receberam infestação de 576 ovos de *Anicarsia gemmatalis*.

² Testemunha infestada artificialmente, com 576 ovos de *Anicarsia gemmatalis* por metro linear, sem liberação do parasitóide.

4.3. Experimentos de campo.

4.3.1. Dinâmica populacional de ovos e lagartas de *A. gemmatalis* e do parasitismo natural de ovos por *T. pretiosum*.

Houve efeito da fenologia da planta na dinâmica populacional de ovos de *A. gemmatalis*. Os primeiros ovos apareceram no final da fase vegetativa (V_6) na região de Piracicaba, SP, até atingir o pico populacional no período de floração (R_2) (Figura 8). A temperatura oscilou entre 23 e 27°C, durante o período da avaliação, não existindo relação entre este fator abiótico e a flutuação de ovos (Figura 8), mostrando ser a fenologia mais importante que este parâmetro climático.

Tanto para ovos como para lagartas de diferentes tamanhos, ocorreu uma relação negativa com a precipitação pluviométrica (Figura 8).

O parasitismo de ovos variou entre 59 e 100%, sendo que taxas de parasitismo superiores a 90%, foram observadas no final da fase vegetativa (V_6) e na floração (R_2) (Figura 8). Mesmo quando a densidade de ovos da praga esteve baixa, como observado no final da fase vegetativa (V_6) e no desenvolvimento de vagens (R_4), observaram-se elevadas taxas de parasitismo (Figura 8). Thorpe (1984) considerou, *T. pretiosum* a espécie mais abundante do complexo de *Trichogramma*, associado à cultura da soja, nos EUA. O potencial deste parasitóide no controle de noctuídeos, incluindo *A. gemmatalis*, também foi constatado por Frias et al. (1994), na Argentina, observando-se taxas de parasitismo de até 86%.

Tomando-se por base a constante térmica de 133,01 GD, da linhagem selecionada de *T. pretiosum* (Tabela 5), e o período de ocorrência de ovos de *A. gemmatalis* (Figura 8), é possível ocorrerem 6,5 gerações do parasitóide durante o ciclo da cultura.

Figura 8. Flutuação populacional de ovos e lagartas de *Anticarsia gemmatilis* e parasitismo natural de ovos por *Trichogramma pretiosum* em soja, relacionados com parâmetros climáticos e estágios fenológicos da soja. Piracicaba-SP. (G1 - G6 - gerações de *T. pretiosum*)

A maior incidência de lagartas de *A. gemmatalis*, na localidade de Piracicaba, foi constatada entre o início da floração (R_1) e o desenvolvimento de vagens (R_4) (Figura 8), portanto associada à fenologia da planta. O número de lagartas reduzido, quando comparado ao nível de dano econômico de *A. gemmatalis*, pode ser atribuído, principalmente, à ocorrência de inimigos naturais, com o elevado parasitismo de *T. pretiosum*, um dos principais responsáveis pelo decréscimo populacional da praga.

Diversos autores observaram os maiores índices populacionais de lagartas, entre a floração e o desenvolvimento de vagens, em diferentes localidades do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Corrêa et al., 1977; Santos et al., 1979). No entanto, para o Estado de São Paulo, a maior ocorrência de lagartas tem sido registrada no período compreendido entre o final do período vegetativo e a floração (Leite & Lara, 1985), relacionada à época de plantio.

A eficiência das liberações de *Trichogramma*, dependem do conhecimento da dinâmica populacional do hospedeiro, da fenologia da planta e da densidade de ovos da praga (Sá & Parra, 1994b). Portanto, se se pretende utilizar *T. pretiosum*, em programas de Controle Biológico Aplicado, há necessidade de se direcionar a amostragem para este estágio da praga. Desta forma, informações sobre a época propícia para a liberação do parasitóide, frequência de liberações, número de parasitóides a ser liberado por ha, devem ser obtidas. Em outros países como Colômbia, são recomendadas para controle de *A. gemmatalis*, liberações de aproximadamente 60.000 *Trichogramma* por ha, a partir de dez dias após a germinação (Amaya, 1982).

4.3.2. Avaliação da eficiência de *T. pretiosum* em infestações artificiais de *A. gemmatalis*, em condições de campo.

Em condições de campo, os resultados obtidos foram semelhantes àqueles registrados em telado (Tabela 13). A redução de um terço do número total de lagartas de *A. gemmatalis*, através do parasitóide, confirmou os resultados obtidos em condições de

Tabela 14. Efeito da liberação de *Trichogramma pretiosum* linhagem, L.Pr., no parasitismo de ovos de *Aniticarsia gemmatalis*, e no número de lagartas por metro por metro linear na cultura da soja, em condições de campo.

Tratamento	Predação de ovos de <i>A. gemmatalis</i> por <i>T. pretiosum</i> (%)	Parasitismo de ovos de <i>A. gemmatalis</i> por <i>T. pretiosum</i> (%)	Número total de lagartas de <i>A. gemmatalis</i> / metro linear	Eficiência de controle ⁴ (%)
Infestação artificial e liberação de <i>T. pretiosum</i> ¹	26,5	28,5	4,5±0,64 a	64,8
Infestação artificial ²	38,1	3,24	13,0±1,02 b	—
Infestação natural ³	—	2,68	2,4±0,43	—

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

¹3.070 adultos de *Trichogramma pretiosum* liberados por metro linear, infestados com 576 ovos de *Aniticarsia gemmatalis*.

²Testemunhasem liberação do parasitóide e com infestação controlada de ovos da praga.

³Testemunha sem liberação do parasitóide e sem infestação de ovos da praga.

⁴Eficiência de controle, em relação à parcela infestada com ovos da praga.

semi-campo, obtendo-se uma eficiência de controle da praga de 64,8% (Tabela 14), muito próxima àquela observada em telado (Tabela 13). Assim, através destes resultados obtidos demonstra-se a eficiência do parasitóide no controle de *A. gemmatalis*, sugerindo a realização de estudos visando a determinação do intervalo de liberações, número de parasitóides a serem liberados por ha e o número de liberações de *T. pretiosum*, visando a sua utilização em programas de Manejo de Pragas, em soja.

O índice de parasitismo de 28,5%, embora aparentemente baixo, conseguiu manter o número total de lagartas da praga em níveis reduzidos, quando comparada à testemunha que foi infestada com ovos de *A. gemmatalis* (Tabela 14). Estes resultados indicam que o tamanho das parcelas, seja nos experimentos de telado (semi-campo) ou de campo, foi adequado, bem como a proporção de parasitóides por ovo da praga, o que levou à alta eficiência de controle. A arquitetura da planta em R₇, deveria facilitar o parasitismo dos ovos da praga. Entretanto, isto não foi observado (Tabela 14), devido, provavelmente à baixa densidade de ovos de *A. gemmatalis*, neste estágio fenológico da cultura.

O decréscimo da predação, observada em condições naturais (campo)(Tabela 14), quando comparado àquela observada em telado (Tabela 13), demonstra a importância do microclima, no incremento populacional do complexo de predadores. Assim, a arquitetura da planta no estágio de maturação fisiológica (R₇), aparentemente, não proporcionou condições favoráveis ao desenvolvimento das diferentes espécies de predadores, associados à cultura da soja levando à baixa predação registrada (Tabela 14).

4.3.3. Capacidade de dispersão da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum* em relação a ovos de *A. gemmatalis*.

O parasitismo por *T. pretiosum* decresceu a partir de 10 m do ponto de liberação (Tabela 15), observando-se que para as distâncias de 5 e 10 m, as taxas de parasitismo estiveram em torno de 16%, não diferindo estatisticamente entre si. Constatou-se uma relação negativa entre o raio de dispersão e o parasitismo (Figura 9).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lopes (1988) e Sá et al. (1993), observando-se a mesma tendência para *T. galloi* e *T. pretiosum*, para cana-de-açúcar e milho, respectivamente. A temperatura é o principal fator no estímulo da capacidade de dispersão (Schread, 1932; Forsse & Smith, 1991), embora o tamanho e idade do adulto, hospedeiro e planta hospedeira, também possam influir sobre este parâmetro (Keller et al., 1985). Pak (1988) constatou, que temperaturas inferiores a 15,5°C reduziram significativamente a dispersão e o parasitismo por *Trichogramma evanescens* Westwood em ovos de *Pieris rapae* (L.) e *Mamestra brassicae* (L.), em repolho. As velocidades de vento inferiores a 3,6 m/seg, não afetaram a dispersão de *Trichogramma*, sendo que Chiu & Chen (1986) consideraram a temperatura como o principal fator de influência sobre tal dispersão. Assim, a temperatura é o fator mais importante a considerar-se no planejamento das liberações do parasitóide, a qual também pode afetar a emergência de *Trichogramma* (López & Morrison, 1980; Chihirane & Laugé, 1994).

De modo geral, a dispersão de *Trichogramma* é pequena a partir do ponto de liberação, mostrando-se inferior a 20 m (Yu et al., 1984; Keller, 1985; Lopes, 1988; Sá et al., 1993), embora o vento possa interferir em tal dispersão, por se tratar de um inseto diminuto.

Tabela 15. Parasitismo da linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum* e predação de ovos de *Anticarsia gemmatilis*, colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação, na cultivar 'Embrapa-48' de soja.

Distância (m)	Parasitismo (%)	Predação (%)
5,0	16,49±1,90 a	72,59±0,59
10,0	15,68±3,45 a	61,33±4,01
15,0	7,12±0,76 b	69,10±3,16

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

A predação de ovos foi elevada (Tabela 15), sugerindo que ovos parasitados poderiam estar predados, subestimando-se o parasitismo. Apesar, da elevada predação de ovos da praga, confirmou-se que a distância de dispersão está em torno de 10 m.

Figura 9. Relação matemática entre o raio de dispersão da linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum* e a porcentagem de ovos de *Anticarsia gemmatalis* parasitados, na cultivar ;‘Embrapa-48’ de soja.

Baseando-se no modelo de Dobzhanski & Wright (1943), a distância média e a área de dispersão do parasitóide na cultura da soja, em relação á ovos de *A. gemmatalis* foi de 8,04 m e 77 m², respectivamente (Tabela 16). Estes parâmetros foram muito semelhantes aos obtidos por Sá et al. (1993), para a mesma espécie do parasitóide na cultura do milho.

O número de pontos de liberação do parasitóide, na cultura da soja, determinado através do raio efetivo de dispersão, indicou que 130 pontos/ha deverão ser considerados para uma distribuição homogênea na área tratada (Tabela 16). Estes resultados discrepantes àqueles obtidos por Sá et al.(1993) em milho e por Lopes (1988) em cana-de-açúcar, demomstran que existem variações, dependendo da cultura.

Tabela 16. Distância média (DM) e área de dispersão (S^2), com os respectivos modelos e coeficientes de determinação (R^2), para a linhagem L.Pr. de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis*, na localidade de Piracicaba.

Parâmetros	
DM (m)	8,04
S^2 (m)	77
Modelo matemático	$y^{1/2} = 4,4152 - 0,0073 x^2$
R^2	90,39
r	-0,951

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trichogramma pretiosum Riley, 1879 é um potencial agente de controle biológico de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818. Entretanto, para sua utilização prática, a exemplo de outras espécies de *Trichogramma*, são necessários outros estudos, ao lado dos aspectos biológicos realizados na presente pesquisa, em laboratório, semi-campo e campo.

Aparentemente, as linhagens a serem utilizadas devem ser coletadas em *A. gemmatalis*, pois, em laboratório, tendem a apresentar maior longevidade, alta viabilidade e alta adaptação na faixa térmica estudada, com relação à capacidade de parasitismo, manutenção do número de fêmeas (razão sexual), e longevidade, nas temperaturas entre 18 e 32°C. É interessante salientar que se houver um pequeno decréscimo de parasitismo nas temperaturas mais baixas (18 e 20°C), estes resultados talvez não tenham grande importância quando da liberação do parasitóide, pois no período de ocorrência de *A. gemmatalis* no campo, em época normal de plantio de soja, as temperaturas tendem a ser elevadas.

Os resultados da tabela de vida de fertilidade atestam as maiores taxas de aumento do parasitóide entre 28 e 30°C; seu limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) é de 12,1°C.

O comportamento do parasitóide é bastante afetado pela fenologia (arquitetura) da planta, pois observou-se maior parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* na parte média e superior de plantas de soja. A massa foliar da soja pode afetar o parasitóide, retardando ou adiantando o início do parasitismo. Ocorre, em laboratório, superparasitismo, sendo que a proporção de 5,33 parasitóides por ovo da lagarta da soja é adequada para que maiores taxas

de parasitismo sejam obtidas. Embora os danos de *A. gemmatalis* dependam de condições climáticas e predação, ficou constatado que, para que sejam atingidos os níveis de dano econômico, a infestação com ovos deve ser bastante alta, pois com 576 ovos da praga colocados por metro linear de soja, conseguiu-se apenas a metade do número de lagartas em relação ao nível de controle da praga. Este resultado é muito importante para estudos de avaliação de eficiência de parasitóides em campo, pois muitos resultados da literatura, são apresentados em relação ao parasitismo sobre infestações feitas artificialmente com ovos (ou lagartas), e, na maioria das vezes, este número de ovos (ou lagartas) pode não refletir um real dano à cultura. A eficiência de controle, com a liberação do parasitóide, em campo foi elevada (65%), com redução significativa da população de lagartas. Estes resultados, muito semelhantes àqueles obtidos em telado, atestam que a metodologia desenvolvida nesta condição foi adequada para a determinação da proporção de parasitóides a ser liberado por ovo da praga, bem como do número de ovos a ser colocado por metro linear para infestações artificiais. A redução de um terço da população de lagartas, através da liberação do parasitóide, atestam o seu potencial para utilização em programas de Manejo de Pragas da soja. Este potencial é ratificado pelo fato do parasitismo poder estar subestimado, devido à alta predação observada. Embora os fatores climáticos possam interferir na dinâmica da praga, decrescendo a sua população especialmente com elevadas precipitações pluviométricas, tal dinâmica é muito mais relacionada com a fenologia da planta. O parasitismo natural por *T. pretiosum* de ovos de *A. gemmatalis* foi elevado, atingindo 90% no final da fase vegetativa (V_6) e floração (R_2). Se as liberações forem realizadas no início do aparecimento dos ovos, é possível que ocorram mais de 6 gerações do parasitóide, tomando-se por base suas exigências térmicas (133 GD). Baseando-se na sua capacidade de dispersão de 8,0 m, numa área correspondente a 77 m², ha necessidade de serem feitas liberações inundativas do parasitóide em 130 pontos por ha. Para que o parasitóide possa ser incorporado como um dos componentes de programas de Manejo de Pragas, há necessidade de outras pesquisas, visando à determinação do número de liberações a ser realizado durante a safra de soja, bem como do intervalo entre elas.

6. CONCLUSÕES

1. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 é um potencial agente de controle biológico de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818;
2. A duração do ciclo de *T. pretiosum* é inversamente relacionada com o aumento da temperatura, na faixa térmica estudada (18 a 32°C);
3. As temperaturas de 28 e 30°C, são as mais favoráveis ao desenvolvimento da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum*, baseando-se na tabela de vida de fertilidade em ovos de *A. gemmatalis*;
4. A linhagem estudada é bastante rústica, pois a viabilidade e a razão sexual não são afetadas pelas temperaturas, entre 18 e 32°C;
5. A longevidade das fêmeas de *T. pretiosum* diminui com o aumento da temperatura, entre 20 a 30°C;
6. O aumento da temperatura leva a uma diminuição do período de parasitismo de *T. pretiosum*, na faixa térmica estudada (18 a 32°C), embora a capacidade de parasitismo não tenha sido afetada pela temperatura, entre 22 e 32°C;
7. As maiores taxas de parasitismo de *T. pretiosum*, são observadas nas partes média e superior da planta, em condições de semi-campo (telado);

8. A dinâmica populacional de ovos (e lagartas) de *A. gemmatalis* está principalmente relacionada com a fenologia da soja, e baseando-se nas exigências térmicas da linhagem L.Pr. de *T. pretiosum*, ocorrem 6,5 gerações do parasitóide, entre o final da fase vegetativa (V_6) e vagens verdes completamente desenvolvidos (R_6);

9. Em condições naturais, o parasitismo de *A. gemmatalis* por *T. pretiosum*, é superior a 90% em V_6 ;

10. A proporção de 5,33 parasitóides por ovo de *A. gemmatalis*, possibilita a maior taxa de parasitismo, independente do estágio fenológico da soja;

11. A alta predação, aliada a outros fatores não identificados, indicam que, para que seja atingido o nível de controle de *A. gemmatalis*, é necessária uma alta população de adultos, pois infestações com 576 ovos por metro, levam a uma população de apenas 10 lagartas por metro linear;

12. A similaridade na eficiência de controle de *A. gemmatalis*, em campo e telado, através de liberações de *T. pretiosum*, atestam a adequação metodológica utilizada;

13. A predação pode ter subestimado o parasitismo de *T. pretiosum*, em condições de semi-campo e campo;

14. A capacidade de dispersão de *T. pretiosum* para parasitar ovos de *A. gemmatalis*, em 24 horas, é de 8 metros e corresponde a uma área de dispersão de 77 m²;

15. A liberação de *T. pretiosum* para o controle de *A. gemmatalis*, deve ser realizada em 130 pontos /ha;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265 -267, 1925.
- ALMEIDA, R. P.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento e parasitismo de espécies de *Trichogramma* em diferentes UR, criadas em hospedeiros naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas, SEB, 1987a. p.253.
- ALMEIDA, R. P.; PARRA, J. R. P. Efeito da UR na biologia de duas espécies de *Trichogramma* em dois hospedeiros alternativos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas, SEB, 1987b. p.252.
- ALVARADO, L.; LECUONA, R. Control biológico en la República de Argentina. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4., Gramado, 1994. **Resumos**. Pelotas, EMBRAPA, 1994. p.207.
- AMAYA, M. Investigación, utilización y resultados obtenidos em diferentes cultivos con el uso de *Trichogramma* en Colombia, Sur América. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TRICHOGRAMMES, 1., Antibes, 1982. Paris, INRA, 1982. p. 201-7. (Les Colloques de INRA, 9).
- ANDREWS, K. Integración de los componentes entomológicos. In: ANDREWS, K.; QUEZADA, J. R. (Ed.) **Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro**. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 1989.cap. 21, p.329-342.

- ANDOW, D. A.; PROKRYM, D. R. Plant structural complexity and host finding by a parasitoid. **Oecologia**, v. 82, p.162 -165, 1990.
- BARRETT, M.; SCHMIDT, J. M. A comparison between the amino acid composition of an egg parasitoid wasp and some of its hosts. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 62, p.147- 154, 1992.
- BECK, S. D. **Insect photoperiodism**. London: Academic Press,1980. 387p.
- BECKAGE, N. E.; RIDDIFORD, L. M. Growth and development of endoparasitic wasp *Apanteles congregatus*: dependence on host nutrient status and parasite load. **Physiological Entomology**, v. 8, p.231-241, 1983.
- BERCELLINI, N.; MALACALZA, L. Plagas y depredadores en soja en el Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (Arg.). **Turrialba**, v. 44, n.4, p. 244 -254, 1994.
- BIEVER, K.D. Effect of temperature on the rate of search by *Trichogramma* and its potential application in field releases. **Environmental Entomology**, v.2, n. 2, p.194 - 197, 1972.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n.8, p. 929 -940, 1989.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 207-214, 1990a.

- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 2, p.215 -219, 1990b.
- BOLDT, P. E. Temperature, humidity and host: effect on rate of search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt (not Riley, 1871). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 67, p. 706-708, 1974.
- 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.
- BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E.A.; HADDAD, M. L.; RESENDE, L.C.L. Parasitismo de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794)(Lep.; Pyralidae) por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.; Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 3, 591-595,1995.
- BOTTO, E.; IMYZA, CARRIZO, P.; VIDELA, G. Control biológico de *Alabama argillacea* y *Heliothis* spp., por *Trichogramma* sp.en cultivos de Algodon, en la Argentina. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4., Gramado, 1994. **Resumos**. Pelotas, EMBRAPA, 1994. p.206.
- BOURCHIER, R. S.; SMITH, S. M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, n. 3, p.461-468,1996.

- BOWEN, W. R.; STERN, V.M. Effect of the temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparenteral race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 59, n. 4, p.823 -834, 1966.
- BRUN, P. G.; MARQUES, J.; MORAES, G. W. G. Estudo da influência da temperatura no aparecimento de machos em espécies deuterótocas de *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 7., Fortaleza, 1981. **Resumos**. Fortaleza, SEB, 1981. p. 143 - 144.
- BURBUTIS, P. P.; KOEPKE, C. H. European corn borer control in peppers by *Trichogramma mubbilale*. **Journal of Economic Entomology**, v. 16, n. 2, p.360 -364, 1981.
- BUTLER, Jr., G.D.; LÓPEZ, J.D. *Trichogramma pretiosum*: Development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 73, n. 6, p.671 -673, 1980.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington, USDA, 1962. 7p.
- CABELLO, T.; VARGAS, P. The effect of temperature on the bionomics of *Trichogramma cordubensis* (Hym.: Trichogrammatidae). In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITIDS**, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p. 155- 164 (Les Colloques de l' INRA, 43).
- CALVIN, D.D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S.M.; POSTON, F. L.; ELZINGA, R. J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, V. 13, n.3, p.774-780, 1984.

- CHARNOV, E. L.; SKINNER, S. W. Complementary approaches to the understanding of parasitoid oviposition decisions. **Environmental Entomology**, v.14, p.383-391, 1985.
- CHIHRAANE, J; LAUGÉ, G. Incidences de chocs de températures élevées sur la lignée germinale mâle de *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, v. 39, n. 1, p.11-20, 1994.
- CHIU, S.; CHEN, C. Biological control of the Asian corn borer in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, v. 28, p.23-30, 1986.
- CONSÔLI, L. F.; PARRA, J. R. P. Efeito do fotoperíodo na biologia de *Trichogramma galloi* Zucchi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, n. 3, 467-472, 1994.
- CORRÊA, B. S.; PANIZZI, A. R.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Distribuição geográfica e abundância estacional dos principais insetos-pragas da soja e seus predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, n. 1, 40-50, 1977.
- CORRÊA, B.S. Incidência de parasitas em lagartas da soja. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA**, Londrina, 1978. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1979. p.79 - 91.
- DAHLAN, A. N.; GORDH, G. Development of *Trichogramma australicum* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 35, p.337-344, 1996.
- DEJONG, E. J.; PAK, G. A. Factors determining differential host-egg recognition of two host species by different *Trichogramma* spp. **Medded. Fac. Landbouww. Rijksuvin. Gent.**, v. 49, p.815-825, 1984.

- DOBZHANSKY, T.; WRIGHT, S. Genetics of natural populations. x. Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, v. 28, p.304-340, 1943.
- DOUTT, R. L. The biology of parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 4, p.161-182, 1959.
- ESTEVAM, R. C.; DIAZ, E. M.; PARRA, J. R. P.; FORTI, P. R.; ZUCCHI, O. L. A. D. Exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em *Heliothis virescens* (Fabr., 1871) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas, SEB, 1987. p.255.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development description for soybeans *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v.11, p.929-931, 1971.
- FERREIRA, B. S. C.; PANIZZI, A. R. Distribuição de ovos e lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em plantas de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 7, n.1, 54-59, 1978.
- FLANDERS, S.E. Biological control of the codling moth (*Carpocapsa pomonella*). **Journal of Economic Entomology**, v. 20, p.644, 1927.
- FOERSTER, L. A.; MELLO, E. R.; AVANCI, M. R. F. Ciclo evolutivo e necessidades térmicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO. 5., Foz de Iguaçu, 1996. **Resumos**. Londrina, Embrapa, 1996. p.24.

- FORSSE, E. & SMITH, S.M. Flight behaviour in *Trichogramma minutum*. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS**, 3., San Antonio, 1990. Paris, INRA, 1991. P. 65-66 (Les Colloques de INRA, 56).
- FRÍAS, E. A.; OVRUSKI, S. M.; POPICH, S. B. Parasitóides de huevos de lepidopteros noctuidos encontrados en cultivos de soja y su evaluación como agentes de control. **Revista de Investigación CIRPON**, v. 9, n. 1-4, p.29-35, 1994.
- GALILEO, M. H. M.; GASTAL, H. A. O.; HEINRICHS, E. A. Ocorrência do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, de taquínideos e himenópteros parasitas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Plusia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) criadas em laboratório. **Iheringia, Ser. Zool.**, v. 50, p.51-59, 1977.
- GARCIA-ROA, F. Effectiveness of *Trichogramma* spp. in biological control programs in the Cauca Valley, Colombia. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS**, 3., San Antonio, 1990. Paris, INRA, 1991. p.197 - 200 (Les Colloques de INRA, 56).
- GASTAL, H. A. O.; GALILEO, M. H. M.; Incidência na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de *Calosoma granulatum* e *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samsom, agentes naturais de controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner no sul do Brasil. In: II REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA RS/SC, Porto Alegre, 1975. p.5.
- GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; CORSO, I. C.; FERREIRA, B. S. C. VILLAS BÔAS, G. L.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1981. 44 p.(Circular Técnica)

- GOODENOUGH, J. L.; HARSTACK, A. W.; KING, E. G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, n. 5, p.169-189, 1983.
- GOU, X. Bionomics of *Trichogramma ostriniae* Pang et Chen. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITIDS**, 2., San Antonio, 1986. Paris, INRA, 1988. p.191 -195 (Les Colloques de INRA, 43).
- GREEN, R. F.; GORDH, G.; HAWKINS, B. A. Precise sex ratios in highly inbred parasitic wasps. **American Naturalist**, v. 120, p.633-665, 1982.
- GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p.487-488, 1976.
- GRILLÉ, G.; BASSO, C. Biology, thermal requirements and performance of *Trichogramma pretiosum* Riley and *T. galloi* Zucchi under laboratory conditions. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITIDS**, 4., El Cairo, 1994. Paris, INRA, 1994. p.79-82. (Les colloques INRA, 73)
- GROSS, H. R. Effect of the temperature, relative humidity, and free water on the number and normalcy of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) emerging from eggs of *Heliothis zea* (Boddie) (Lep. : Noctuidae). **Environmental Entomology**, v. 17, n. 3, p.470-475, 1988.
- HADDAD, M.L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Determinação dos limites térmicos superior e inferior de insetos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 16., Salvador, 1997. **Resumos**, Salvador, SEB, 1997. p.20.

- HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1984. 12 p. (Agricultura e Desenvolvimento).
- HARRISON, W.W.; KING, E.G.; OUZTS, J.D. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. **Environmental Entomology**, v.14, n.. 2, p.118 -121, 1985.
- HASSAN, S. A.; KOLHER, E.; ROST, W. M. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 10. Control of the codling moth, *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Entomophaga**, v. 33, p. 413-420, 1988.
- HASSAN, S. A. A simple metod to select effective *Trichogramma* strains for use in biological control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *TRICHOGRAMMA* AND OTHER EGG PARASITOIDS, 3., 1990. San Antonio, 1990. Paris, INRA, 1990. p.201-204. (Les Colloques de INRA, 56)
- HASSAN, S. A.. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: Achievements and outlook. **Pesticide Science**, v. 37, 387-391, 1993.
- HASSAN, S. A. 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. cap. 3, p.55-68.
- HASSAN, S. A. 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. cap. 7, p.183-206.

- HASSAN, S. A.; GUO, M. F. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**, v.111, p. 335-341, 1991.
- HASSEL, M. P. Patherns of parasitism by insect parasitoids in patchy environment. **Ecological Entomology**, v. 7, p.365-377, 1982.
- HAWLITSKY, N.; BOULAY, C. Régimes alimentaires et développement chez *Trichogramma maidis* Pintereau et Vogelé (Hym.: Trichogrammatidae) dans l'oeuf d' *Anagasta kuehniella* Zeller. In: SYMPOSIUM SUR LES TRICHOGRAMMES, 1., Paris, 1982. Paris, INRA, 1982. p. 101- 106. (Les Colloques de INRA, 9).
- HAWLITSKY, N.; BOULAY, C. Comparative study on the metabolism of "laboratory" or captured *Trichogramma*. In: SYMPOSIUM SUR LES TRICHOGRAMMES, 2., Guanzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p. 199-206. (Les Colloques de INRA, 43).
- HENDRICKS, D.E. Effect of the wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**, v.60, n. 5, p.1367 -1373, 1967.
- HINDS, W.E.; OSTERBERGER, B.A. Results of *Trichogramma* colonization on sugar cane borer damage in Louisiana in 1931. **Journal of Economic Entomology**, v. 25, p.57-64, 1932.
- HINTZ, J. L.; ANDOW, D. A. Host age and host selection by *Trichogramma nubilale*. **Entomophaga**, v. 35, n. 1, p.141-150, 1990.

- HOFFMAN, C.B.; FOERSTER, L.A.; NEWMAN, G.C. Incidência estacional de *Nomuraea riley* (Farlow) Samsom em *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 e *Plusia* spp. relacionada com fatores climáticos. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA**, Londrina, 1978. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1979. p. 79 - 91.
- HOHMANN, C.L.; MENEGUIN, A. M. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca-do-abacate *Stenoma catenifer* Wals. no estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.2, p.417 - 419, 1993.
- JULIANO, S. A. Influence of host age on host acceptability and suitability for species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) attacking aquatic diptera. **Canadian Entomologist**, v.114, p.713-720, 1982.
- KANOUR, W. W.; BURBUTIS, P. P. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 77, n. 1, p.103-107, 1984.
- KELLER, M. A. Influence of leaf surfaces on movements by the hymenopterous parasitoid *Trichogramma exiguum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 43, p.55 - 59, 1987.
- KELLER, M. A.; LEWIS, W.J.; STINNER, R.E. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: a review. **Southwestern Entomologist**, v. 8; p.138-155, 1985. (supl.).
- KFIR, R. Effect of hosts and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. **Entomophaga**, v. 26, 445-52, 1981.

- KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **Las plagas invertebradas de cultivos anuales en America Central**. Londres: Overseas Development Administration, 1984. 182p.
- KING, E.G.; BULL, D.L.; BOUSE, L.F.; PHILIPS, J.R. Introduction: biological control of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma*. **Southwestern Entomologist**, v. 8, p.1 - 10, 1985. (supl.)
- 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.
- LEITE, L. G.; LARA, F. M. Flutuação populacional de insetos e inimigos naturais associados a cultura da soja em Jaboticabal, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 14, n. 1, p. 45-57, 1985.
- LEWIS, W. J.; JONES, R.L.; NORDLUND, D.A.; GROSS JUNIOR, H.R. Kairomones and their use for management of insects. II Mechanism causing increase in rate of parasitization by *Trichogramma* spp. **Journal of Chemical Ecology**, v.1, p.349 -360, 1975.
- LEWIS, W. J.; GROSS, H.R., Jr.; PERKINS, W. D.; KNIPLING, E. F.; VOGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, n. 3, p.449-452, 1976.
- LI, L.Y. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. In: WANBERG, E.; HASSAN, S. A.(Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994a. cap. 2, p.37-44.

- LI, L. Y. **Research and utilization of *Trichogramma* in China.** (Unpublished report from Guangdong Entomological Institute), 1990. In: WANGBERG. E.; HASSAN, S. A.(Ed.). **Biological control with egg parasitoids.** Wallingford: CAB International, 1994b. cap.6, p.131.
- LI, L. Y. Research and utilization of *Trichogramma* in China.(Unpublished report) Guangdong Entomological Institute, 3rd International Symposium on *Trichogramma* and other egg parasitoids, San Antonio, Texas, 1990, 21 p.
- LOPES, J.R.S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* ZUCCHI, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794) (Lep. Pyralidae). Piracicaba, 1988. 141p. Dissertação (M.S.)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LOPES, J. R. S.; PARRA, J. R. P. Efeito da idade de ovos do hospedeiro natural e alternativo no desenvolvimento e parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*. **Revista de Agricultura**, v. 66, n. 3, 221-241, 1991.
- LÓPEZ JR., J. D.; MORRISON, R. K. Effects of high temperature on *Trichogramma pretiosum* programmed for field release. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p.667-670, 1980.
- LUND, H. O. Some temperature and humidity relations of two races of *Trichogramma minutum* Riley (Hym.: Chalcididae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 27, p.324-340, 1934.
- LUND, H. O. Studies on longevity and productivity in *Trichogramma evanescens*. **Journal of Agricultural Research**, v. 56, n. 6, p. 421-439, 1938.

- MAGRINI, E. A. Tabela de vida para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de laboratório. Piracicaba, 1993. 77p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MARQUES, G.L.; BEN, J.R.; CORSO, I.C. Parasitas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em Passo Fundo, R.S. In: **I SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA**, Londrina, 1978. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1979. p.79 - 91.
- MORRISON, R.K.; STINNER, R.E.; RIDGWAY, R.L. Mass production of *Trichogramma pretiosum* on eggs of the angonomous grain moth. **Southwestern Entomologist**, v. 2, p.74 - 80, 1976.
- MOUTIA, L. A.; COURTOIS, C. M. Parasites of mothborers of sugar-cane in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, v. 43, p.325-359, 1952.
- NEUFFER, U. The use of *Trichogramma evanescens* Westw. in sweetcorn fields. A contribution to the biological control of the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. in south west Germany. In: Symposium International sur les Trichogrammes, 1., Antibes, 1982. Paris, INRA, 1982. (Les Colloques INRA, 9)
- NOLDUS, L.P.J.J. Response of egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* to the sex pheromone of its host *Heliothis zea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 48, p. 293-300, 1985.
- NOLDUS, L. P. J. J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, v. 108, p.425-451, 1989.

- NORDLUND, D. A. Habitat location by *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap. 8, p.155-160.
- PAK, G.A.; BUIS, H.C.E.M.; HECK, I.C.C.; HERMANS, M.L.G. Behavioral variations among strains of *Trichogramma* spp.: Host age selection. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 40, p.247-258, 1986.
- PAK, G.A. Selection of *Trichogramma* for inundative biological control. Wageningen, 1988. 224 p. (Doctor-Landbouwniversiteit), Wageningen.
- PAK, G.A.; OATMAN, E. R. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 32, p.61-67, 1982a.
- PAK, G.A.; OATMAN, E. R. Comparative life table, behaviour and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 32, p.91-102, 1982b.
- PANIZZI, A. R; CORRÊA, B. S.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. de; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. **Insetos da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1977. 20 p. (Boletim Técnico 1)
- PANIZZI, A.R.; CORRÊA, B.S.; NEUMAIER, N.; QUEIROZ, E.F. Efeitos da época de semeadura e do espaçamento entre fileiras na população de artrópodos associados à soja. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, Londrina, 1978. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1979. p. 79 - 91.
- PARRA, J. R. P. O controle biológico aplicado e o manejo integrado de pragas. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1., Campinas, 1993. Anais. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1993. p.116-139.

- PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba: FEALQ, 1996. 137p.
- 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. cap. 4, p.121-151.
- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Uso do *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Atualização sobre métodos de controle de pragas.** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 54 - 75.
- PARRA, J. R. P.; SALES Jr., O. Biology of *Trichogramma galloi* Zucchi reared on natural and factitious hosts under diferents temperatures and relatives humidities. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *TRICHOGRAMMA* AND OTHER EGG PARASITOIDS, 4., Cairo, 1994. Paris, INRA, 1994. p. 95-100 (Les Colloques INRA, 73).
- PARRA, J.R.P.; STEIN, C.P.; BLEICHER, E.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. **Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para pesquisas com *Trichogramma* spp.** Piracicaba: FEALQ. 1985. 9 p. (Agricultura e Desenvolvimento).
- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 82, p.153-160, 1987a.
- PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção de *Trichogramma*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA 11., Campinas , 1987. **Resumo.** Campinas, SEB, 1987b. p. 39.

- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Perspectives of biological control using *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea* in the state of São Paulo (Brazil). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 2., Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.527-540. (Les colloques de INRA, 43)
- PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES Jr, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 18, n. 2, p. 403 - 415, 1989.
- PARRA, J.R.P.; SCHMIDT, F.G.V.; ZUCCHI, R.A. Antibióticos utilizados para a obtenção de machos de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., Recife, 1991. **Resumos**. Piracicaba, SEB, 1991. p. 260.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; ALVES, S. B.; MAGRINI, E. A. **Controle biológico da lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatilis*: Projeto piloto para produção de *Baculovirus anticarsia*, visando ao seu controle**. Piracicaba: PCLQ/USP, 1993. 8p. (Boletim Técnico 3)
- PARRA, J. R. P; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi on two alternative hosts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 3., San Antonio, 1990. Paris, INRA, 1990. p.81-84. (Les Colloques INRA, 56)
- PINTO, J. D.; PLATNER, G. R.; SASSAMAN, C. A. An eletrophoretic study of two closely related species of North American *Trichogramma*, *T. pretiosum*, *T. deion* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals Society of America**, v. 86, p.702-709, 1993.

- PINTO, J. D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A.(Ed.). Biological control with egg parasitoids. Wallingford: CAB International, 1994. cap. 1, p.1-28.
- PINTO, F.; TAVARES, J. Longevity and parasitic capacity of the azorean type of *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello (Hym., Trichogrammatidae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *TRICHOGRAMMA* AND OTHER EGG PARASITIDS, 3., San Antonio, 1990, Paris, INRA, 1990. p.89-91
- PINTO, J. D.; OATMAN, E. R.; PLATNER, G. R. *Trichogramma pretiosum* and a new cryptic species occurring sympatrically in southwestern North America (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 79, p.1019-1028, 1986.
- PRATISSOLI, D. Efeito da escama de *Ephestia kuehniella* sobre o comportamento de *Trichogramma pretiosum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Belo Horizonte, SEB, 1989. p. 34.
- PRATISSOLI, D. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças do tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873). 1995.Piracicaba, 130p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PUTERKA, G.J.; SLOSSER, J.E.; PRICE, J.R. Parasites of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) : parasitism and seasonal occurrence for host crops in the Texas rolling plains. **Environmental Entomology**, v. 14, n. 4. p.441-446, 1985.
- QUEZADA, J. R. Utilização del control biológico clásico. In: ANDREWS, K. L.; QUEZADA, J. R. (Ed.). **Manejo de plagas insectiles: Estado actual y futuro**. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 1989. cap. 12, p.195-210.

- RAMIRO, Z.A. & OLIVEIRA, D.A. Influência da desfolhação artificial na produtividade da cultura da soja. **O Biológico**, v. 41, p.97-104, 1975.
- RAMIRO, Z. A.; BATISTA FILHO, A.; MACHADO, L. A. Ocorrência de pragas e inimigos naturais em soja no município de Orlândia, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, n. 2, p.239-246, 1986.
- REZNIK, S. Y.; UMAROVA, T. Y. The influence of hosts age on the selectivity of parasitism and fecundity of *Trichogramma*. **Entomophaga**, v. 35, n. 1, p.31 -37, 1: 90.
- RODRIGUEZ, J.; GALAN, M. Registro de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para Cuba. **Revista-Biologia-Habana**, v. 5, 169-175, 1991.
- ROUNBEHLER, M. D.; ELLINGTON, J. J. Some biological effects of selected light regimes on *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 66, p.6-10, 1973.
- RUBERSON, J.R.; KRING, T.J. Parasitism of development eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) : host age preference and suitability. **Biological Control**, v. 3, n.1, p.39 - 46, 1993.
- SÁ, L.A.N. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Bodie, 1850) em milho. 107 p. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, v.50, n. 2, p.226-231, 1993.

- SÁ, L.A. N.; PARRA, J. R. P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Pyralidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v. 118, p. 38-43, 1994a.
- SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 77, n. 1, 185-188, 1994b.
- SALES Jr., O. Bioecologia de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e em hospedeiros alternativos. Piracicaba. 97p. (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1992.
- SANTOS, B.B.; FOERSTER, L.A.; SMITH, J.G. Ocorrência estacional de insetos-pragas da soja e seus predadores no Centro-Sul do Paraná. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, Londrina, 1978. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1979. p. 29 - 38.
- SCHREAD, J.C. Behaviour of *Trichogramma* in field liberations. **Journal of Economic Entomology**, v. 25, p.370 -374, 1932.
- SCHMIDT, J. M. The effect of host development on parasitism and mortality of two pests attacked by *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, p. 1319-1322, 1970.
- SCHMIDT, J. M.; PAK, G. A. The effect of temperature on progeny allocation and short interval timing in a parasitoid wasp. **Physiological Entomology**, v. 16, p. 345-353, 1991.

- SCHMIDT, J.M.; SMITH, J.J.B. Host volume measurement by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*: the role of curvature and surface area. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 39, n. 3, p.213-221, 1985.
- SCHMIDT, J. M.; SMITH, J. J. B. The measurement of exposed host volume by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* and effects of wasp size. **Canadian Journal of Zoology**, v. 65, n. 12, p. 2837-2845, 1987.
- SEGADE, G.; BOTTO, Y.; IMYSA, E. Tabla de vida de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4., Gramado, 1994. **Resumos**. Pelotas, EMBRAPA, 1994. p. 207.
- SGRILLO, R. B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. **Ecossistema**, v. 7, p. 9-13, 1982.
- SHARPE, P. J. H.; DEMICHELE, D. W. Reactions kinetics of poikilotherm development. **Journal of Theoretical Biology**. v. 64, p.649-670, 1977.
- SILVA, S.M.T. & HOHMANN, C.L. Parasitismo de ovos de *Erinnyis ello* (Lep.: Sphingidae) em mandioca por *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, p.87 - 93, 1988. (supl.).
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Editorial Agrônomicas Ceres, 1976. 419p.
- SMITH, S. M. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopterous pests. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. Biological control with egg parasitoids. Wallingford: CAB International, 1994. cap. 6, p.113-126.

- SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, sucesses, and potencial of their use. **Annual Review of Entomology**, v. 41, p.375-406, 1996.
- SMITH, S.M.; HUBBES, M.; CARROW, J.R. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma* Ril. against the spruce budworm, **Journal of Applied Entomology**, v. 101, p.29-39, 1986.
- SMITS, P. H. The influence of kairomones of *Mamestra brassicae* L. on the searching behaviour of *Trichogramma evanscens* Westwood. Les colloques de INRA, v. 9, p.139-150, 1982.
- SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, v. 62, p.82-87,1979.
- STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 16, n. 1, p.229-231, 1987.
- STINNER, R. E. Efficacy of inundative releases. **Annual Review of Entomology**, v. 22, p.515-531, 1974.
- STOUTHAMER, R.; LUCK, R. F.; HAMILTON, W. D. Antibiotics cause parthenogenetic *Trichogramma* (Hymenoptera/ Trichogrammatidae) to revert to sex. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 87, p. 2424-2427, 1990a.
- STOUTHAMER, R.; PINTO, J. D.; PLATNER, G. R.; LUCK, R. F. Taxonomic status of thelytokous forms of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p.475-481, 1990b.

- STOUTHAMER, R.; WERREN, J. H. Microbes associated with parthenogenesis in wasps of the genus *Trichogramma*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 61, p.6-9, 1993.
- STOUTHAMER, R.; BREEUNWER, J. A. J.; LUCK, R. F.; WERREN, J. H. Molecular identification of microorganisms associated with parthenogenesis. **Nature**, v. 361, n. 7, p.66-68, 1993.
- TAYLOR, T. A.; STERN, V. M. Host-preference studies with the egg parasite *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 64, n. 6, p.1381-1390, 1971.
- THORPE, K. W. Seasonal distribution of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species associated with a Maryland soybean field. **Environmental Entomology**, v. 13, p.127-132, 1984.
- TIRONI, P. Aspectos bioecológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovivilia* Oatman & Platner, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), como agentes de controle biológico de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae). Lavras, 1992. 74p. (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p.247-282, 1976.
- VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p.109-133, 1976.
- VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 4, p.67-120