

MARION DO ROCIO FOERSTER AVANCI

**ESPÉCIES DE *Trichogramma* WESTWOOD (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) QUE OCORREM EM OVOS DE *Anticarsia
gemmatalis* HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO SUDESTE
DO PARANÁ: PARASITISMO NATURAL, BIOECOLOGIA,
EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E ESTOCAGEM EM BAIXAS
TEMPERATURAS**

Tese apresentada ao Curso de Pós
Graduação em Zoologia, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Doutor em Ciências – Zoologia.

Orientador: Dr. Luís Amilton Foerster

CURITIBA

2004

Termo de Aprovação

**ESPÉCIES DE *Trichogramma* WESTWOOD (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) QUE OCORREM EM OVOS DE *Anticarsia
gemmatalis* HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO SUDESTE DO
PARANÁ: PARASITISMO NATURAL, BIOECOLOGIA, EXIGÊNCIAS
TÉRMICAS E ESTOCAGEM EM BAIXAS TEMPERATURAS**

por

Marion do Rocio Foerster Avanci

Tese aprovada em 18 de fevereiro de 2004, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências, área de concentração Zoologia no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Prof. Dr. Luís Amilton Foerster - UFPR



Prof. Dr. José Roberto Postali Parra - ESALQ



Prof. Dr. Amarildo Pasini - UEL



Profa. Dra. Maria Christina de Almeida - UFPR



Prof. Dr. Lino Bittencourt Monteiro - UFPR

Ao meu pai, Arion, por ter sido o grande incentivador de todas as etapas de minha vida profissional e acima de tudo por ser o exemplo que sempre procurei seguir,

DEDICO

A minha mãe, Mariza, pelo amor incondicional que sente por seus filhos e por estar sempre nos apoiando em qualquer etapa ou decisão que temos que tomar em nossas vidas,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Com muita admiração, ao Prof. Dr. Luís Amilton Foerster, do Departamento de Zoologia da UFPR por sua excelente orientação, por ter se dedicado por mais de 12 anos a minha formação e no ensinamento de tudo que hoje sei a respeito de pesquisa científica; mas acima de tudo por toda a amizade e carinho ao longo destes anos de convivência.

Ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR, pela oportunidade de freqüentar o curso.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Vera Maria Adélio, secretária do Curso de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR, por sua dedicação e atenção.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná, nas pessoas do Prof. Luiz Kozlowski e do agrônomo Maurício César lung pela possibilidade e facilidades oferecidas para a execução dos experimentos de campo na da Fazenda Experimental Gralha Azul.

À Prof^a. Vânia Sílvia Alcantara Foerster, do Departamento de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela intervenção junto a sua instituição.

Ao Prof. Dr. Sérgio Aparecido Ignácio, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e pesquisador do IPARDES por toda disposição e ajuda na parte estatística.

À Prof^a. Dra. Maria Christina de Almeida, do Departamento de Zoologia da UFPR, pelo carinho, amizade, incentivo e apoio durante todos estes anos.

Aos professores do Departamento de Zoologia da UFPR pelos ensinamentos transmitidos, mas em especial ao Prof. Dr. Rodnei Cavichioli, pelo carinho e amizade com que trata os alunos.

Ao Luiz Fernando Peracetta, da UFPR, pelo seu pronto auxílio aos problemas relacionados às estufas e a parte elétrica do Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII), assim como pelo seu bom humor que sempre contagia o laboratório.

Ao Dr. Gregory Evans, Department of Entomology, Division of Plant Industry, Gainesville, pela identificação de *Encarsia porteri*.

Ao Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi e a Dra. Ranyse Barbosa Querino da Silva do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP pela identificação das espécies de *Trichogramma* e por ter dado a oportunidade ao LCII de aprender um pouco sobre a identificação destes insetos.

À minha grande companheira Msc. Carolina Lomando Cañete (Carol), por ter se interessado em aprender a identificar as espécies de *Trichogramma* e então ter me ensinado, pela ajuda nas identificações e manutenção das colônias, mas acima de qualquer coisa pela nossa grande amizade.

A minha querida amiga Dra. Augusta Karkow Doetzer (Guta), por ter atuado como “co-orientadora” nesta tese me ajudando e trocando idéias durante a execução do projeto, pela leitura crítica de toda a tese, além da nossa amizade de mais de 12 anos que com certeza perdurará para sempre.

A todos os colegas do LCII, os antigos (em especial Paulinha, Ale, Ná, Aninha, Wilsimar, entre outros) e os atuais Letícia, Fábio (nosso queridinho), Maristela, Mônia e Nívia, pela nossa amizade e convivência no laboratório.

A minha “pequena-grande” amiga do coração, Joseane, pela nossa amizade que nunca vai se acabar.

Ao meu grande amigo Marcus Vinícius Domingues pela nossa amizade desde a época de graduação, e por ter sido quem me proporcionou um dos fatos mais importantes destes últimos quatro anos; através de Marcus conheci minha grande amiga Ana Cláudia dos Santos Brasil, uma amiga com quem muito me identifiquei por valorizarmos as mesmas coisas. Ana, agradeço pela nossa sincera amizade, sinto muitas saudades e saiba que você estará sempre no fundo do meu coração.

Ao meu querido Jaime Iván Rodríguez Fernández, por todo o carinho e amizade e por ter sido o meu grande apoio em todos os momentos difíceis que passei durante este último ano.

Aos amigos da Entomologia e Zoologia: Gustavo, Zé, Marcão, Lisete, Silvinho, Tônico, Rodrigo, Jonny, Adri, Tati, Carlinha, Popa, pelo companheirismo e principalmente por todas as festas e, em especial a minha amiga Marcela por todo carinho e pela nossa amizade.

Aos meus irmãos, Gabi e Arion, e a todos os meus familiares, que sempre me apoiaram e confiaram no meu trabalho.

Ao Marcelo que esteve sempre ao meu lado, me incentivando, me apoiando e principalmente me dando todo seu amor e carinho. Celo teu lugar em meu coração vai estar sempre guardado.

Agradeço também aos meus cãezinhos que sempre estiveram prontos me esperando com todo seu carinho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	XI
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
CAPÍTULO I. Frequência relativa e flutuação populacional das espécies de <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja	6
ABSTRACT	7
RESUMO	8
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
LITERATURA CITADA	25
CAPÍTULO II. Efeito da temperatura no desenvolvimento, longevidade e reprodução de cinco espécies de <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) encontradas no sudeste do Paraná	29
ABSTRACT	30
RESUMO	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	35
Criação de hospedeiros e parasitóides	35
Desenvolvimento e emergência	36
Longevidade	37
Fecundidade	37

RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
Desenvolvimento e emergência	38
Longevidade	42
Fecundidade	45
LITERATURA CITADA	51
 CAPÍTULO III. Desenvolvimento, longevidade e reprodução de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais durante o outono e inverno no sudeste do Paraná	57
ABSTRACT	58
RESUMO	59
INTRODUÇÃO	60
MATERIAL E MÉTODOS	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
LITERATURA CITADA	74
 CAPÍTULO IV. Desenvolvimento, longevidade e reprodução de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley e <i>Trichogramma acacioi</i> Brun, Moraes & Soares (Hymenoptera: Trichogrammatidae) após estocagem das pupas em baixa temperatura	77
ABSTRACT	78
RESUMO	79
INTRODUÇÃO	80
MATERIAL E MÉTODOS	82
Criação de hospedeiros e parasitóides	82
Estocagem dos parasitóides	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
LITERATURA CITADA	96
 CAPÍTULO V. Eficiência a campo de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) após estocagem em baixa temperatura no controle de <i>Anticarsia gemmatilis</i> Hübner (Lepidoptera:	98

Noctuidae)	
ABSTRACT	99
RESUMO	100
INTRODUÇÃO	101
MATERIAL E MÉTODOS	104
Área experimental	104
Produção dos parasitóides para a liberação	105
Liberação dos parasitóides e avaliação do potencial de parasitismo	105
RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
LITERATURA CITADA	112
CONCLUSÕES GERAIS	115

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
CAPÍTULO I	
Tabela 1. Total de ovos de <i>A. gemmatalis</i> coletados pelos dois métodos utilizados e proporção de ovos parasitados em cada técnica. Fazenda Rio Grande-PR.	15
Tabela 2. Número total de parasitóides emergidos, média ($\pm$ E.P) de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro e razão sexual das espécies de <i>Trichogramma</i> encontradas em ovos de <i>A. gemmatalis</i> durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01, 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.	24
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Tempo de desenvolvimento (Média $\pm$ E.P.), em dias, de espécies de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.	39
Tabela 2. Percentagem de emergência (Média $\pm$ E.P.) de espécies de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.	40
Tabela 3. Temperatura base (Tb) $\pm$ E.P., constante térmica (K) $\pm$ E.P., equação da regressão linear e coeficiente de determinação (r^2) para cinco espécies de <i>Trichogramma</i> .	41
Tabela 4. Longevidade (Média $\pm$ E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas.	44
Tabela 5. Média ($\pm$ E.P.) de ovos de <i>A. gemmatalis</i> parasitados por fêmeas de <i>Trichogramma</i> durante três dias (Total de 90 ovos ofertados).	46

Tabela 6. Média ($\pm$ E.P.) de parasitóides produzidos por fêmeas de *Trichogramma* durante três dias em diferentes temperaturas. 46

Tabela 7. Número médio ($\pm$ E.P.) de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro em diferentes temperaturas. 47

CAPÍTULO III

Tabela 1: Média ($\pm$ E. P.) do tempo de desenvolvimento e percentagem de emergência de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra de soja do ano de 2001, na região sudeste do Paraná (n=10). 66

Tabela 2. Longevidade (Média $\pm$ E.P.) de fêmeas (φ) e machos (σ) de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná. 69

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Tempo necessário para emergência de *T. pretiosum* e *T. acacioi*, após estocagem em baixa temperatura, quanto os parasitóides foram transferidos para 4°C no início (8 dias), no meio (10 dias) e ao fim (12 dias) do estágio pupal. 85

Tabela 2. Percentagem de emergência e razão sexual de *T. pretiosum* e *T. acacioi* estocados por diferentes períodos a 4°C, após 8, 10 e 12 dias de desenvolvimento a 21°C (Média $\pm$ E.P.). 88

Tabela 3. Longevidade de fêmeas e machos de *T. pretiosum* e *T. acacioi* emergidos de ovos estocados por diferentes períodos a 4°C, no início (8 dias), no meio (10 dias) e no fim (12 dias) do estágio pupal (Média $\pm$ E.P.). 90

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	PÁGINA
Figura 1. Média de lagartas (grandes e pequenas) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> amostradas durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01 e 2001/02. Fazenda Rio Grande, PR.	14
Figura 2. Percentagem de parasitismo em ovos de <i>A. gemmatalis</i> e número de ovos coletados durante as safras de soja 1999/2000 e 2000/01. Fazenda Rio Grande, PR.	16
Figura 3. Percentagem de parasitismo em ovos de <i>A. gemmatalis</i> e número de ovos coletados durante as safras de soja 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.	17
Figura 4. Temperatura Média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) durante os anos de 2000, 2001, 2002 e 2003. Dados do Simepar referentes à região de Curitiba-PR.	18
Figura 5. Número de ovos parasitados onde emergiram e onde não emergiram parasitóides. Fazenda Rio Grande, PR.	20
Figura 6. Percentagem de ovos de <i>A. gemmatalis</i> parasitados pelas espécies de <i>Trichogramma</i> encontrados durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01, 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.	21
CAPÍTULO II	
Figura 1. Razão sexual da progênie (Média $\pm$ E.P.) produzida por espécies de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.	42
Figura 2. Comparação entre os parâmetros biológicos de cinco espécies	49

de *Trichogramma* (Análise conjunta das temperaturas de 14°, 18°, 21°, 26° e 30°C). (Linhas verticais representam o erro padrão em relação à média).

Figura 3. Comparação em cinco temperaturas dos parâmetros biológicos de *Trichogramma*. (Análise conjunta das espécies *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. lasallei*, *T. acacioi* e *T. rojasi*). (Linhas verticais representam o erro padrão em relação à média). 50

CAPÍTULO III

Figura 1. Tempo de desenvolvimento (Média $\pm$ E.P.) de *Trichogramma* em sete gerações ocorrentes entre os meses de abril a setembro de 2001, na região sudeste do Paraná. 64

Figura 2. Longevidade média ($\pm$ E.P.), em dias, das três espécies de *Trichogramma* em sete gerações ocorrentes entre os meses de abril a outubro de 2001, na região sudeste do Paraná. 68

Figura 3. Média ($\pm$ E.P.) de ovos parasitados por *Trichogramma* criados em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná. 71

Figura 4. Média ($\pm$ E.P.) de *Trichogramma* emergidos em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná. 72

Figura 5. Razão sexual da progênie (Média $\pm$ E.P.) de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná. 73

CAPÍTULO IV

Figura 1. Percentagem de sobrevivência de fêmeas de *T. pretiosum* e *T. acacioi* a 21°C, após estocagem no início do estágio pupal a 4°C e 95

permanência por 30 dias.

CAPÍTULO V

- Figura 1. Esquema da área experimental. Área testemunha e área de liberação divididas em quatro parcelas. 104
- Figura 2. Percentagem de ovos parasitados (médias entre as distâncias de 3m e 6m) em área com liberação de *T. pretiosum* e em área sem liberação de parasitóide (Testemunha), três, seis e nove dias após a data de liberação. 108
- Figura 3. Temperatura média (°C) e precipitação total de chuvas (mm) entre 29/01/2003 e 07/02/2003. Dados coletados na estação metereológica da Fazenda Experimental Gralha Azul, Fazenda Rio Grande, PR. 109
- Figura 4. Percentagem de ovos parasitados três e seis metros do ponto de liberação após três, seis e nove dias da data de liberação. 111

INTRODUÇÃO GERAL

Os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são os insetos entomófagos mais comumente utilizados para o controle biológico de pragas em várias partes do mundo e, em alguns países, já são produzidos em larga escala, cobrindo uma área de 32 milhões de hectares (Li 1994, Smith 1996, Pinto 1997). No Brasil, estes parasitóides apresentam um grande potencial de utilização em culturas como algodão, milho, soja, cana-de-açúcar e tomate (Parra *et al.* 2002).

Atualmente, o controle biológico com *Trichogramma* no Brasil vem sendo realizado com espécies e linhagens obtidas e adaptadas a regiões de clima tropical. Estes parasitóides, quando utilizados em regiões mais frias do país, podem apresentar perdas com relação à eficiência no controle de pragas. Sendo assim, estudos que visem determinar espécies, linhagens e técnicas de produção destes parasitóides que possam ser utilizadas no controle de pragas no sul do país tornam-se relevantes.

Apesar da eficiência e da ampla utilização das espécies de *Trichogramma* em outros países e também em outros estados do país, as referências sobre estes parasitóides no Paraná são escassas. Hohmann *et al.* (1989) constatarem a ocorrência de quatro espécies de *Trichogramma* em sete hospedeiros, em várias culturas no Norte do Paraná. Na cultura da soja, apesar do grande volume de pesquisas na área entomológica, até recentemente só havia referência à presença de uma espécie de *Trichogramma* em ovos de lepidópteros que ocorrem nesta cultura (Hohmann *et al.* 1989). A partir de 1995, o grupo de pesquisa do Laboratório

de Controle Integrado de Insetos do Departamento de Zoologia da UFPR iniciou pesquisas de campo no sul do Paraná, visando determinar a ocorrência de parasitismo e identificar as espécies que atacam ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, a lagarta da soja, principal praga desfolhadora desta cultura (Panizzi *et al.* 1977). Até 1998, foram identificadas três espécies *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, sendo as duas últimas citadas pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis* (Polaszek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999).

Normalmente, as espécies de *Trichogramma* são produzidas em grande quantidade através da utilização de ovos de hospedeiros alternativos, como lepidópteros que atacam grãos armazenados, os quais apresentam alta capacidade reprodutiva e facilidade de criação em laboratório (Parra 1997, Hassan 1997). No entanto, o tamanho reduzido desses ovos, pode produzir parasitóides com menor fecundidade, longevidade, capacidade de dispersão e tolerância a variações climáticas, fatores que indicam a qualidade do agente produzido, quando comparados a parasitóides obtidos de ovos de maior volume (Marston & Ertle 1973, Lewis *et al.* 1976, Bai *et al.* 1992, Pak & van Heiningen 1985, Kuhlmann & Mills 1999).

Além da possibilidade da utilização de hospedeiros alternativos, a estocagem em baixas temperaturas é uma alternativa para a produção de parasitóides de ovos em larga escala. Este procedimento possibilita algumas vantagens, como a sincronização dos parasitóides com seus hospedeiros no momento da liberação, período de tempo mais longo para o controle de qualidade do parasitóide produzido, menores riscos de modificações da estrutura genética das populações devido ao

menor número de gerações, facilidade de transporte e manutenção dos parasitóides durante o período de entressafra (Boivin 1994).

Este trabalho teve como objetivos conhecer a frequência relativa e a flutuação populacional das espécies de *Trichogramma* que parasitam ovos de *A. gemmatilis* na cultura da soja e comparar, em laboratório, a biologia das espécies coletadas com a finalidade de identificar as espécies mais adaptadas e com maior potencial para serem utilizadas no controle biológico da lagarta da soja no sul do Brasil. Para as espécies mais adaptadas ao clima desta região, investigou-se, em casa de vegetação, os mecanismos de sobrevivência durante a entressafra da soja e determinou-se meios de se produzir esses parasitóides através da estocagem das pupas em baixa temperatura. Por fim, avaliou-se através de liberações em campo, a eficiência da espécie mais promissora no controle da lagarta da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bai, B., R. F. Luck, B., L. Forster, Stephens & J. A. M. Janssen. 1992. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. Entomol. Exp. Appl. 65: 37-48.
- Boivin, G. 1994. Overwintering strategies of egg parasitoids, p. 219-244. In A. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. CAB International, 286p.

- Foerster, L. A. & M. R. F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 545-548.
- Hassan, S.A. 1997.** Criação da traça do milho, *Sitotroga cerealella*, para a produção massal de *Trichogramma*. p. 151-172. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.
- Kuhlmann, U. & N. J. Mills. 1999.** Comparative analysis of the reproductive attributes of three commercially-produced *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Sci. Technol. 9: 335-346.
- Lewis, W.J., D. A. Nordlund, H. R. Gross Jr., W. D. Perkins, E. F. Knipling & J. Voegelé. 1976.** Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. Environ. Entomol. 5: 449-452.
- Li, L.Y. 1994.** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. p. 37-51. In: E. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), *Biological control with egg parasitoids*. CAB International, 286p
- Marston, N. & L. R. Ertle. 1973.** Host influence on the bionomics of *Trichogramma minutum*. Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 1155-1162.
- Pak, G. A. & T. G. van Heiningen. 1985.** Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp.: adaptability to field-temperature conditions. Entomol. Exp. Appl. 38: 3-13.
- Parra, J. R. P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In J.R.P. Parra & R.A.

Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.

Controle Biológico: uma visão inter e multidisciplinar. p. 125-142. In: J.R.P.Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil – Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.

Panizzi, A.R., B.S. Corrêa, D.L. Gazoni, E.B. Oliveira, G.G. Newman & S.G.

Turnipssed, S.G. 1977. Insetos da soja no Brasil. Londrina, CNPSoja. 20p.
(EMBRAPA-Soja. Boletim Técnico, 1).

Pinto, J.D. 1997. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. p. 13-39. In: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Polaszek, A. & L. A. Foerster. 1997. *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil, 26: 177-181.

Smith, S. M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. Annu. Rev. Entomol. 41: 375-406.

CAPÍTULO I

FREQÜÊNCIA RELATIVA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DAS ESPÉCIES DE *Trichogramma* WESTWOOD (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA NO SUDESTE DO PARANÁ

RELATIVE FREQUENCY AND POPULATIONAL FLUCTUATION OF *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) SPECIES IN EGGS OF *ANTICARSIA GEMMATALIS*
HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN SOYBEANS IN SOUTH-EASTERN PARANÁ STATE,
BRAZIL.

ABSTRACT - Field surveys were carried during the soybean seasons of 1999/00, 2000/01, 2001/02 and 2002/03 in South-eastern Paraná State, Brazil, to evaluate the spectrum of *Trichogramma* Westwood species in eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner and their incidence along the crop season. Eggs were collected by visual search on soybean leaves and from plants kept inside cages where *A. gemmatalis* moths were allowed to oviposit. Two *Trichogramma* species, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares and *Trichogramma lasallei* Pinto were recorded for the first time in eggs of *A. gemmatalis*, together with *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti and *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, which have been previously described in this host. Parasitized eggs were collected all over the period of occurrence of *A. gemmatalis*, from January until March each year. Total parasitism ranged from 4.8% in 1999/2000 and 2001/02 to 23.3% in 2000/01 and 28.9% in 2002/03. *T. pretiosum* and *T. acacioi* accounted for more than 80% of the parasitoids emerged each year. Both the mean number of parasitoids/egg and the sex ratio did not differ among the species.

KEY WORDS: Insecta, biological control, egg parasitoids, velvetbean caterpillar

RESUMO - Levantamentos de campo foram realizados durante quatro safras de soja (1999/2000 a 2002/03) na região Sudeste do Paraná, visando identificar as espécies de *Trichogramma* Westwood que parasitam ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), sua frequência relativa e a incidência de parasitismo ao longo do ciclo da cultura. As amostragens foram realizadas através da coleta de ovos naturalmente depositados e da colocação de gaiolas em campo contendo adultos de *A. gemmatalis* para que realizassem oviposições. Duas espécies de *Trichogramma* foram registradas pela primeira vez parasitando ovos de *A. gemmatalis*, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma lasallei* Pinto, além de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, descritas anteriormente neste hospedeiro. Ovos parasitados foram coletados durante todo o período de ocorrência de *A. gemmatalis*, de janeiro a março de cada ano. Os índices de parasitismo foram de 4,8% nas safras 1999/2000 e 2001/02, 23,3% na safra 2000/01 e 28,9% na safra 2002/03. *T. pretiosum* e *T. acacioi* foram responsáveis por mais de 80% do parasitismo nos ovos coletados. Não houve diferença significativa entre a razão sexual e o número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro entre as espécies de *Trichogramma* coletadas.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, controle biológico, parasitóide de ovos, lagarta da soja.

Introdução

O controle biológico da lagarta *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), principal praga desfolhadora na cultura da soja, é realizado no Brasil através da utilização do vírus da poliedrose nuclear *Baculovirus anticarsia* (Moscardi 1998), além do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, que atua naturalmente controlando esta praga (Alves 1998). Estes agentes, apesar de eficientes na redução dos danos de *A. gemmatalis*, requerem condições climáticas específicas, como alta umidade e baixa radiação solar. Os parasitóides de ovos podem se constituir em uma forma compatível com a ação de entomopatógenos, podendo ser utilizados em situações onde os outros agentes tornam-se ineficazes, além de que agiriam de forma complementar, atuando sobre um estágio diferente do hospedeiro.

No Brasil, o conhecimento sobre a ocorrência natural de parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* é limitado. O primeiro registro foi realizado por Hohmann *et al.* (1989), que detectaram a presença de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos desta praga. No sudeste do Paraná, outras espécies foram encontradas através dos trabalhos de Polaszek & Foerster (1997) e Foerster & Avanci (1999). Polaszek & Foerster (1997) registraram *T. pretiosum* parasitando ovos de *A. gemmatalis*, e, além desta espécie, citaram pela primeira vez a ocorrência de *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti para o Brasil e descreveram *Telenomus cyamophylax* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), uma espécie nova. Foerster & Avanci (1999) registraram pela primeira vez *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner parasitando ovos de *A. gemmatalis*, bem como a presença de *Encarsia porteri*

(Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae) com seu primeiro registro em ovos de noctuídeos no Brasil.

Os microhimenópteros pertencentes ao gênero *Trichogramma* são os agentes mais comumente utilizados no controle biológico de pragas em várias partes do mundo (Li 1994, Smith 1996, Pinto 1997). No Brasil, sua utilização apresenta um grande potencial, uma vez que são relatadas 14 espécies, as quais parasitam diferentes hospedeiros e estão distribuídas em diversas culturas (Zucchi & Monteiro 1997). No entanto, para que o controle biológico de *A. gemmatalis* com parasitóides de ovos seja implementado, é necessário que se realize o levantamento e a identificação destes agentes, bem como se conheçam as espécies mais viáveis para serem utilizadas, tendo em vista seus aspectos biológicos, sua eficiência e a possibilidade de sua produção em laboratório.

Devido à carência de informações sobre a incidência natural de parasitóides em ovos de *A. gemmatalis*, foram realizados levantamentos na cultura da soja para determinar as espécies de *Trichogramma* ocorrentes, sua freqüência relativa e a flutuação populacional durante quatro safras de soja.

Material e Métodos

Os índices naturais de parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* foram avaliados durante quatro safras de soja consecutivas (1999/2000, 2000/01, 2001/02 e 2002/03) através de amostragens duas vezes por semana, em uma área experimental de aproximadamente um hectare, na Fazenda Experimental Gralha

Azul, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná. A fazenda situa-se no Município de Fazenda Rio Grande-PR, cerca de 35 Km de Curitiba, entre as coordenadas geográficas: Latitude 25°37'32" S e 25°41'33" S; Longitude 49°15'29" W e 49°17'27" W. A área total do local é de 850 ha e destes, 360 ha são de culturas anuais (milho e soja) e 406,8 ha de vegetação nativa do tipo Floresta Ombrófila Mista.

As amostragens foram realizadas através da coleta de ovos de *A. gemmatalis*, ao acaso, por toda a área de estudo. Duas pessoas percorriam a área por cerca de duas horas verificando a presença de ovos, os quais foram levados ao laboratório e individualizados em cápsulas de gelatina para se verificar a ocorrência de parasitismo.

Como os ovos de *A. gemmatalis* possuem tamanho reduzido ($0,63 \pm 0,01$ mm de diâmetro) e são depositados no campo de forma individual e na face inferior das folhas de soja (Greene *et al.* 1973, Gutiérrez & Pulido 1978), a coleta natural dos ovos torna-se difícil, principalmente em safras com baixa incidência da praga. Sendo assim, durante as safras 1999/2000, 2000/01 e 2001/02 procurou-se facilitar a coleta concentrando o maior número de ovos em algumas plantas. Para isso, entre seis e dez gaiolas de tule (50 X 50 X 100 cm) foram montadas sobre quatro estacas de ferro, envolvendo quatro plantas de soja, e foram distribuídas por toda a área de amostragem. Dentro de cada gaiola foram liberados seis casais de *A. gemmatalis* previamente alimentados, obtidos da criação em laboratório conforme a metodologia desenvolvida por Hoffmann-Campo *et al.* (1985), para que realizassem as oviposições. Este procedimento foi mantido durante uma semana, para haver tempo suficiente para a oviposição do hospedeiro e o parasitismo, sendo em seguida as

plantas removidas e levadas ao laboratório onde foi realizada a coleta dos ovos. Os ovos encontrados foram individualizados em cápsulas de gelatina a fim de se aguardar a emergência de parasitóides.

Em cada data de coleta, registrou-se o estágio de desenvolvimento da planta (Fehr *et al.* 1971), o número de ovos coletados e parasitados, o número e espécie dos parasitóides emergidos, o número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro e a razão sexual. Paralelamente aos levantamentos, nas safras 1999/2000, 2000/01 e 2001/02, foram realizadas amostragens de lagartas através do método de batida de pano (Shepard *et al.* 1974) para avaliar a população larval.

Comparações estatísticas entre os dois métodos de coleta de ovos foram realizadas através do teste do χ^2 ($p \leq 0,05$) e as médias da razão sexual e de número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro foram submetidos à análise de variância e as comparações estatísticas entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As espécies de *Trichogramma* foram identificadas através da confecção de lâminas para observação da genitália dos machos (Nagarkatti & Nagaraja 1971). Os parasitóides encontrados foram depositados na Coleção Entomológica “Padre Jesus S. Moure” do Departamento de Zoologia da UFPR e na coleção de referência do Laboratório de Controle Integrado de Insetos da UFPR.

Resultados e Discussão

A incidência de ovos de *A. gemmatalis* nas safras 1999/2000 e 2000/01 foi superior à encontrada em 2001/02 e 2002/03, com a coleta de 1197, 1283, 467 e 246 ovos respectivamente, sendo que na safra 2002/03 o número de ovos refere-se somente àqueles coletados naturalmente (Tabela 1). O número de ovos coletados foi proporcional à incidência da praga durante as safras (Fig. 1), sendo que o pico populacional de lagartas ocorreu na segunda quinzena de fevereiro, e os maiores índices de ovos coletados apareceram de uma a duas semanas após o pico de lagartas. Mesmo nos anos de maior ocorrência de lagartas, a soma de lagartas grandes e pequenas, chegou ao máximo de 17 exemplares/amostragem (Fig. 1), índice muito inferior ao limite de dano econômico estabelecido de 40 lagartas grandes (>1,5 cm)/amostragem (Hoffmann-Campo *et al.* 2000).

Utilizando-se os dois métodos de amostragem, durante a safra 1999/2000 obteve-se um índice de parasitismo de 4,8%. Este índice aumentou para 23,3% no segundo ano, decrescendo novamente para 4,8% na safra 2001/02. Utilizando-se somente a coleta natural dos ovos, durante a safra 2002/03 registrou-se o maior índice de parasitismo, com 28,9% de ovos parasitados (Tabela 1). Os índices de parasitismo acompanharam a incidência da praga, uma vez que foram baixos nas safras 1999/2000 e 2001/02 e alto na safra 2000/01 (Figs. 1, 2 e 3). Nas safras 2000/01 e 2002/03, em que ocorreram os maiores índices de parasitismo, a temperatura média nas semanas de pico de parasitismo foi de 22°C, enquanto que nas safras 1999/2000 e 2001/02 as temperaturas foram de 19,9° e 20,1°C

respectivamente, sugerindo uma relação entre os maiores índices de parasitismo e temperaturas mais altas (Fig. 4).

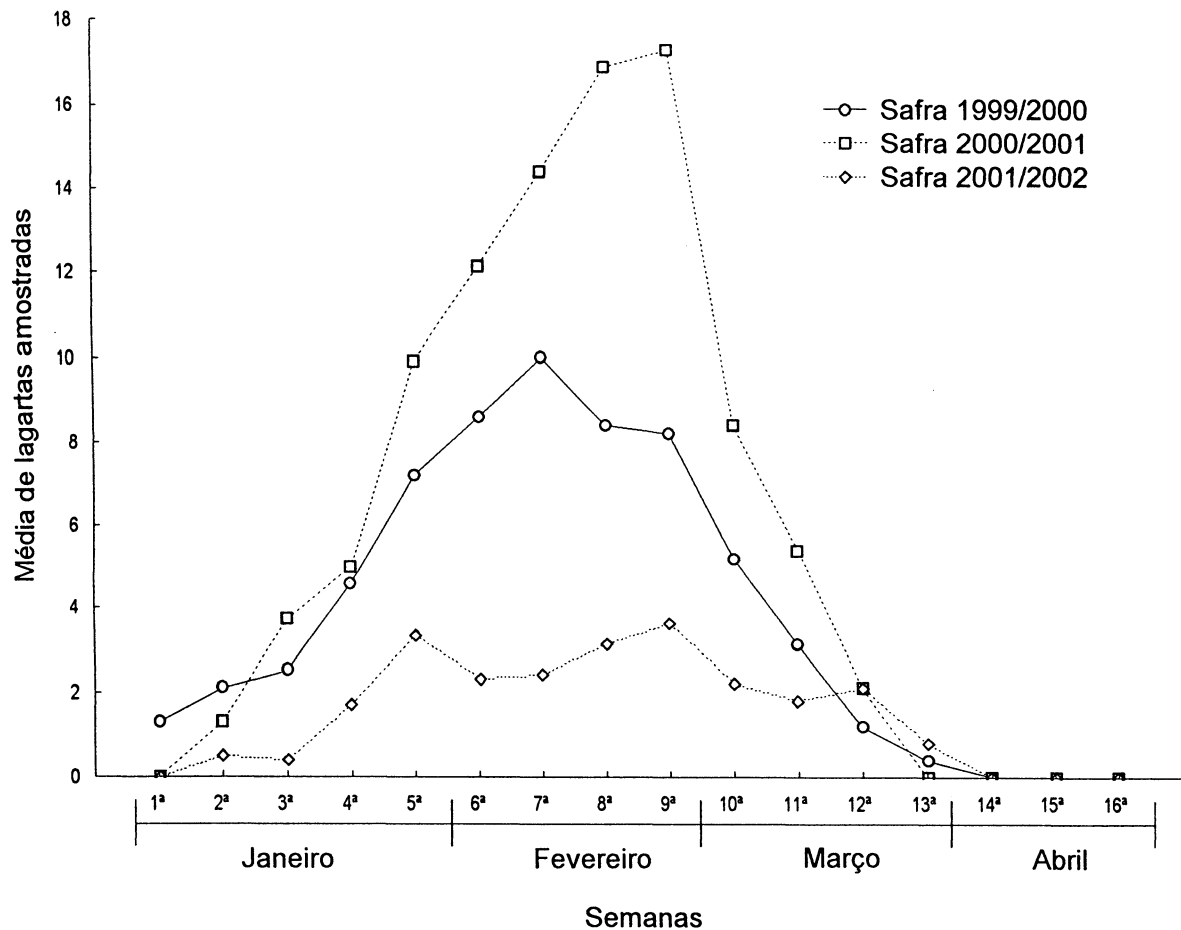


Figura 1. Média de lagartas (grandes e pequenas) de *Anticarsia gemmatalis* amostradas durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01 e 2001/02. Fazenda Rio Grande, PR.

Tabela 1. Total de ovos de *A. gemmatalis* coletados pelo método de montagem de gaiolas e coleta natural e proporção de ovos parasitados em cada técnica ¹. Fazenda Rio Grande-PR.

Safr	N.º de ovos	Gaiolas		Coleta natural		Total	
		N	%	N	%	N	%
1999/2000	Coletados	499		698		1197	
	Parasitados	31	6,2 a	26	3,7 b	57	4,8
2000/2001	Coletados	500		783		1283	
	Parasitados	209	41,8 a	90	11,5 b	299	23,3
2001/2002	Coletados	292		175		467	
	Parasitados	12	4,1 a	9	5,1 a	21	4,8
2002/2003	Coletados	- ²	- ²	246		246	
	Parasitados	- ²	- ²	71	28,9	71	28,9

¹ Valores representados por letras diferentes entre os dois métodos de coleta em cada ano diferem estatisticamente pelo teste do χ^2 ($p \leq 0,05$).

² Método não utilizado.

Nos dois primeiros anos a percentagem de ovos parasitados foi significativamente maior nas gaiolas contendo mariposas do que na coleta natural dos ovos, sendo que na safra 2001/02 não houve diferença estatística entre os métodos (Tabela 1). Os maiores índices de parasitismo obtidos nas gaiolas podem ser explicados pela concentração das mariposas no mesmo local, uma vez que os cairomônios (Nordlund *et al.* 1987) e os feromônios sexuais (Noldus 1988) produzidos pelo hospedeiro possibilitam o reconhecimento pelo parasitóide.

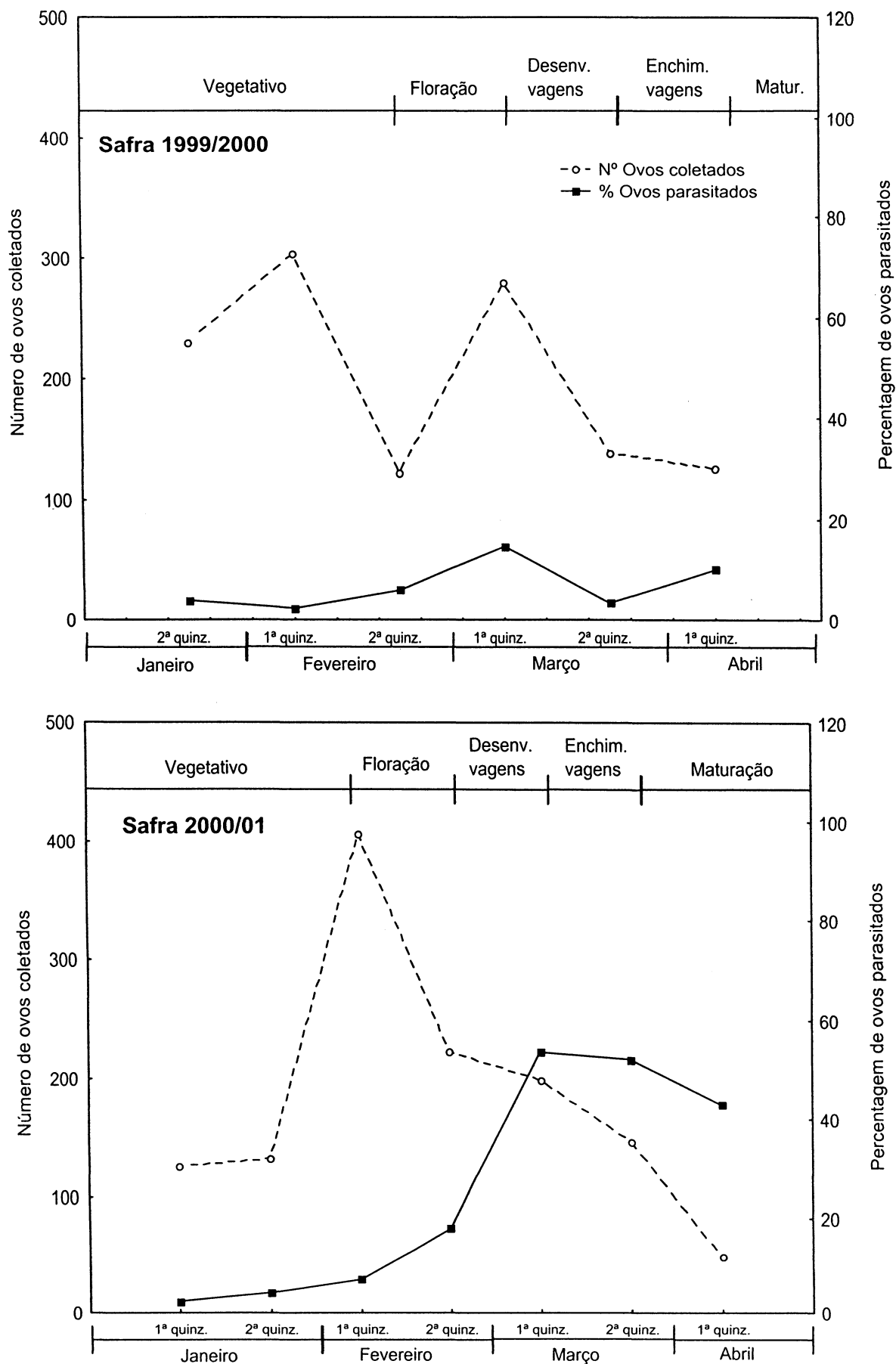


Figura 2. Percentagem de parasitismo em ovos de *A. gemmatilis* e número de ovos coletados durante as safras de soja 1999/2000 e 2000/01. Fazenda Rio Grande, PR.

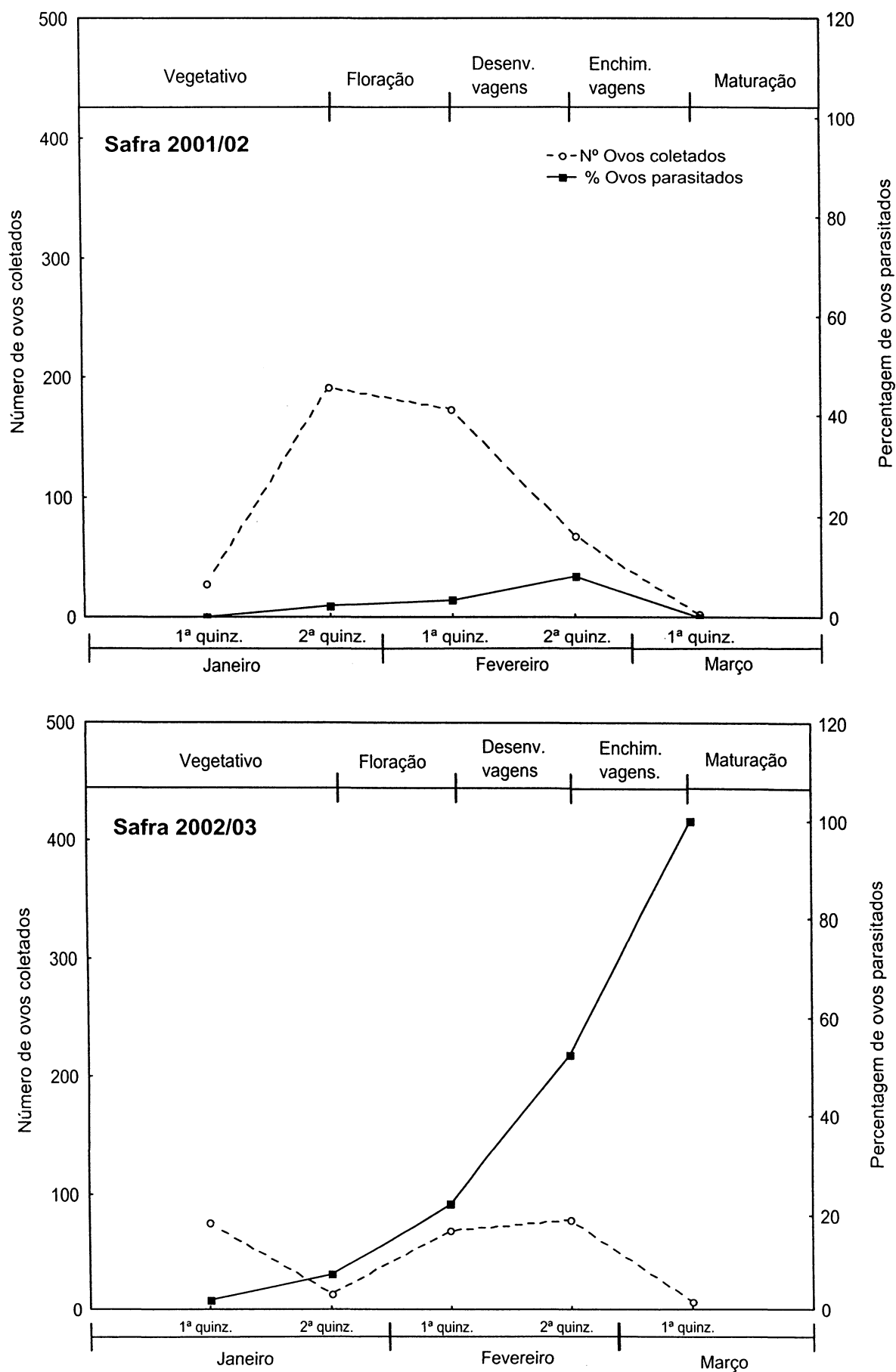


Figura 3. Percentagem de parasitismo em ovos de *A. gemmatilis* e número de ovos coletados durante as safras de soja 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.

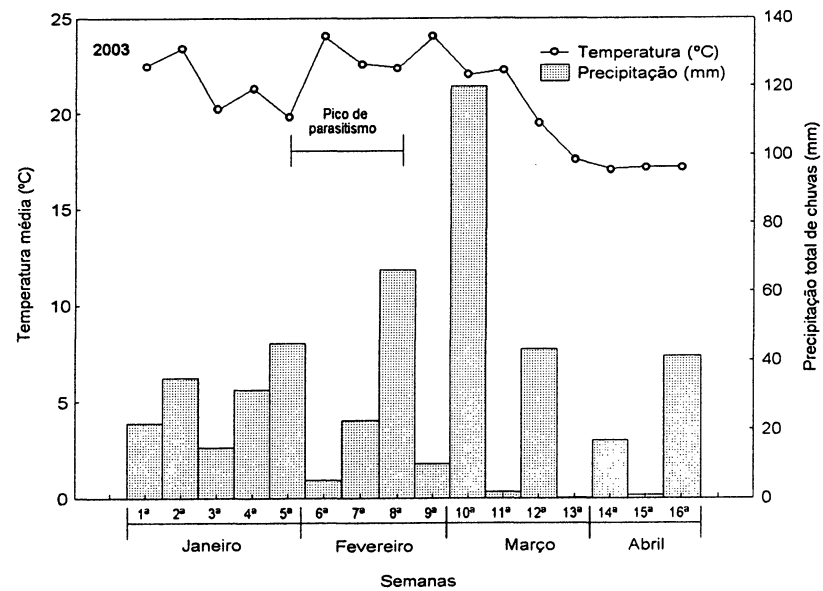
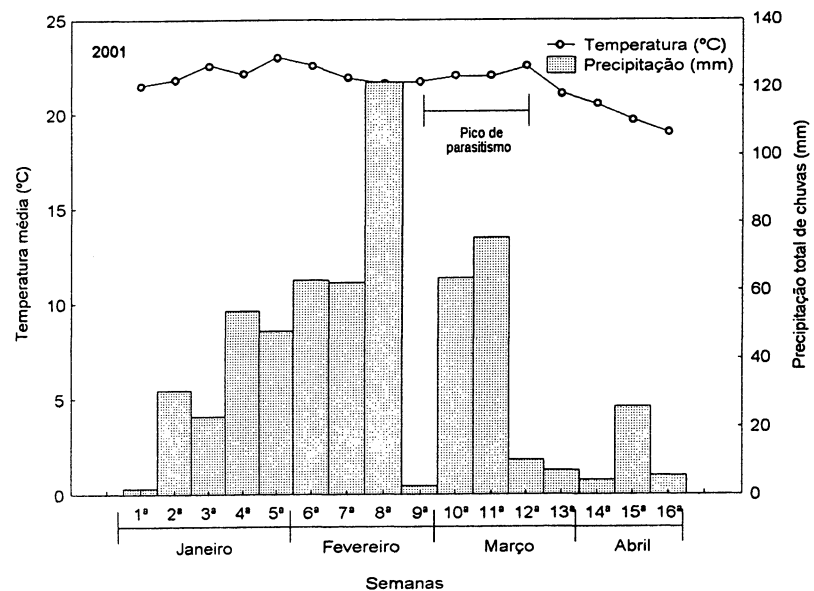
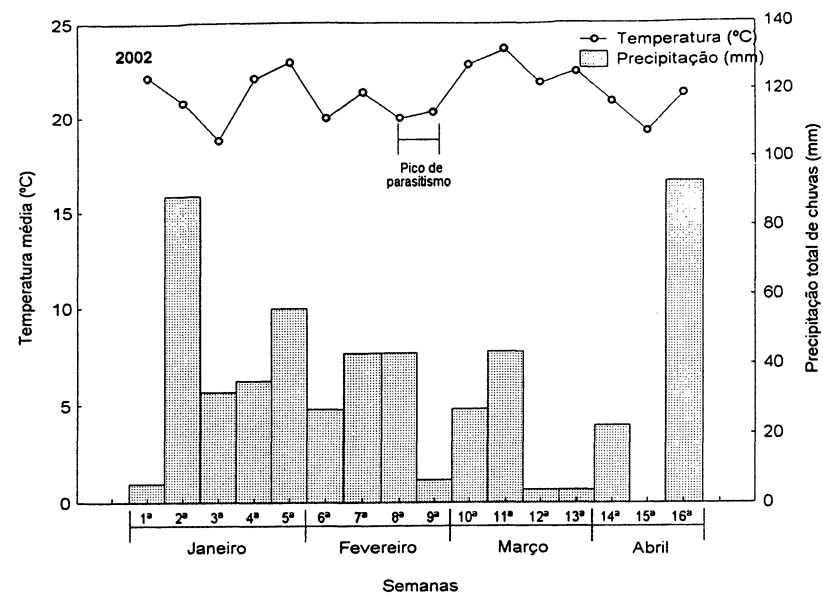
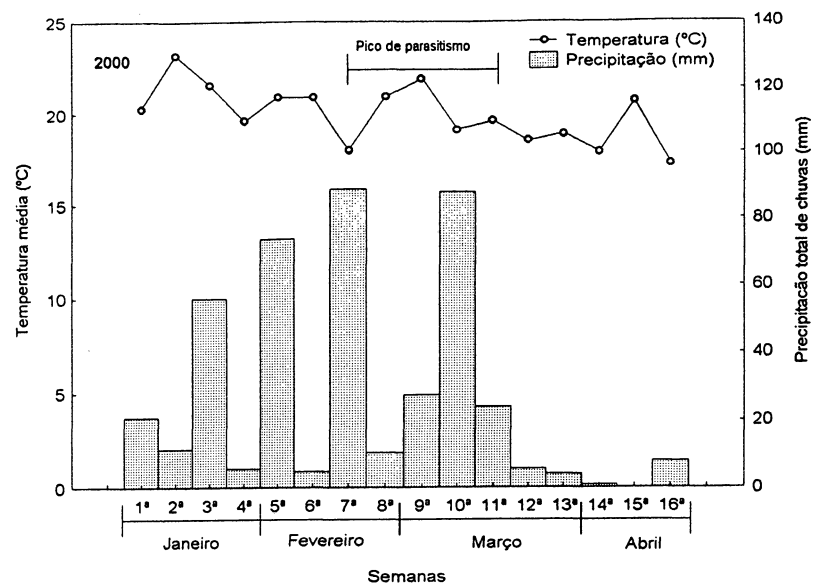


Figura 4. Temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) durante os anos de 2000, 2001, 2002 e 2003. Dados do Simepar referentes a região de Curitiba-PR.

A presença dos parasitóides iniciou-se a partir da segunda semana de janeiro, quando a soja encontrava-se em meados do estágio vegetativo e, apesar da oviposição natural por *A. gemmatalis* cessar no fim de março, quando não se coletaram mais ovos depositados naturalmente, as espécies de *Trichogramma* foram coletadas nas gaiolas contendo as mariposas até o final da primeira quinzena de abril (Figs. 2 e 3). Assim, produtos químicos aplicados na área para o controle de percevejos podem vir a afetar a população de parasitóides de ovos, o que pode interferir na dinâmica populacional de *Trichogramma* na safra seguinte.

Os maiores índices de parasitismo foram registrados no estágio de desenvolvimento das vagens (R3), entre o fim de fevereiro e início de março, sendo que nas safras em que o parasitismo foi alto (2000/2001 e 2002/2003), mais de 50% dos ovos coletados neste período encontravam-se parasitados (Figs. 2 e 3). O pico de parasitismo dos ovos ocorreu cerca de 15 dias após o pico da população da praga (fim do estágio vegetativo), representada pela presença dos ovos no campo (Figs. 2 e 3). Da mesma forma, Frias *et al.* (1994) verificaram parasitismo em ovos de diversos noctuídeos por *T. pretiosum* e *Encarsia* sp., a partir do estágio vegetativo da soja (V6) o qual aumentou até atingir 95% no estágio R5; a partir deste estágio o parasitismo não foi mais registrado.

Dos ovos parasitados encontrados durante as safras 1999/2000, 2000/01 e 2001/02, os índices de emergência de parasitóides foram superiores a 75%; no entanto, na safra 2002/03, de mais de 80% dos ovos parasitados não emergiram adultos (Fig. 5). Estes parasitóides não emergidos encontravam-se quase sempre no estágio pupal e a explicação para a morte destes parasitóides não foi detectada, podendo ser devido a produtos químicos aplicados nas áreas adjacentes ou ao

excesso de chuvas ocorrentes durante a segunda quinzena de fevereiro e primeira quinzena de março (Fig. 4), período que coincidiu com a época de maior coleta de ovos parasitados (Fig. 3).

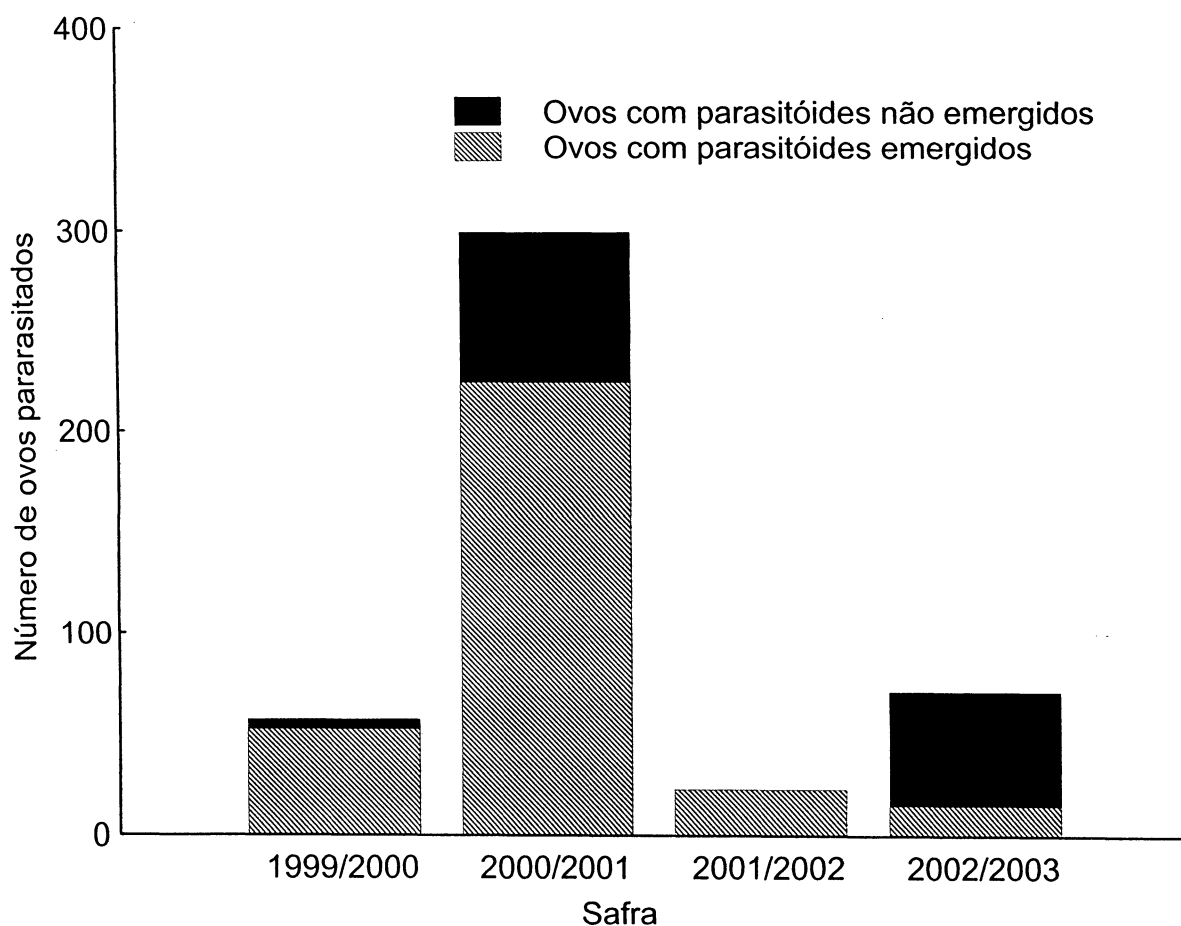


Figura 5. Número de ovos de *A. gemmatalis* parasitados onde emergiram e onde não emergiram parasitóides. Fazenda Rio Grande, PR.

Registrou-se a ocorrência de seis espécies de parasitóides em ovos de *A. gemmatalis*. Cinco espécies pertencentes à família Trichogrammatidae (*T. pretiosum*, *T. rojasi*, *T. atopovirilia*, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma lasallei* Pinto) (Fig. 6) e uma à família Aphelinidae (*E. porteri*). As

espécies *T. acacioi* e *T. lasallei* foram registradas pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis*, sendo *T. lasallei* encontrada pela primeira vez no Brasil.

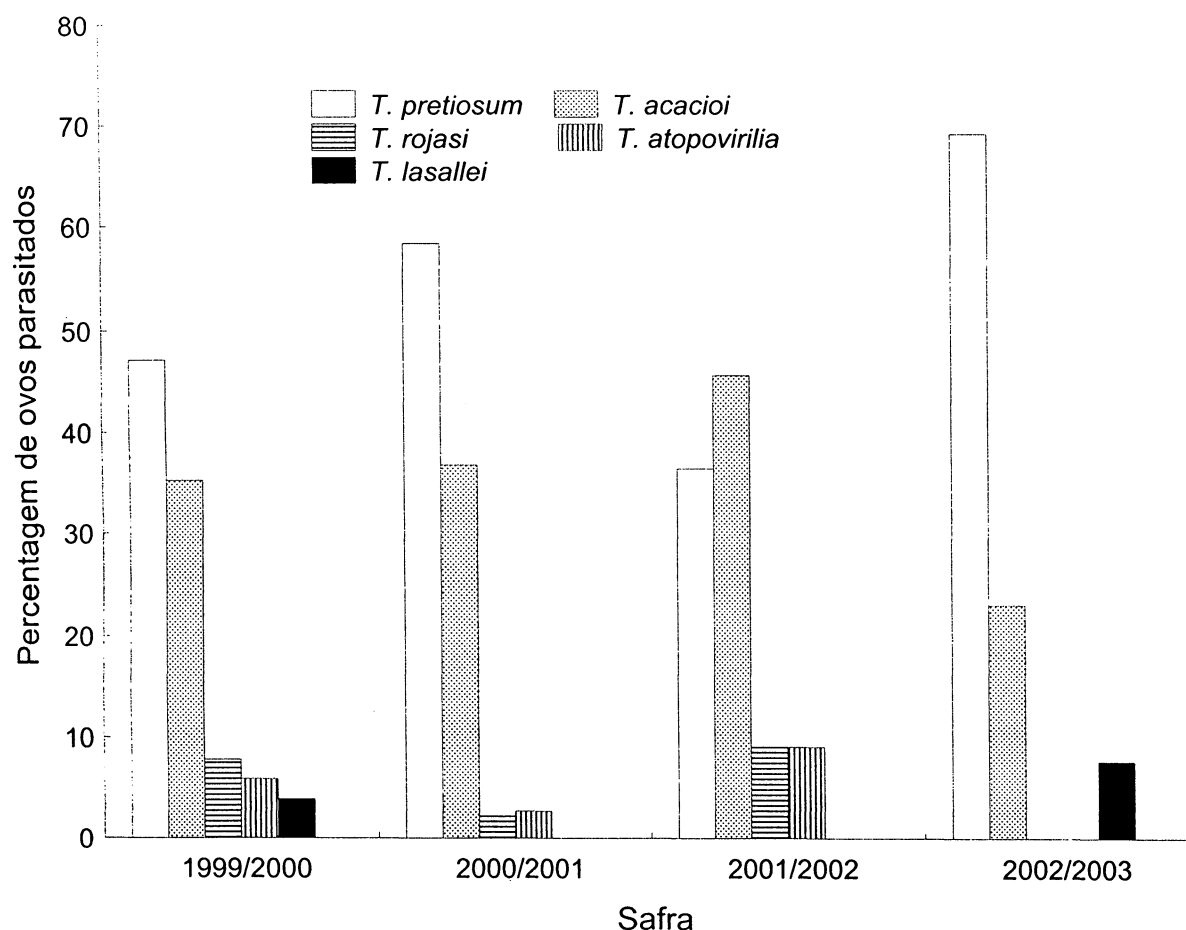


Figura 6. Percentagem de ovos de *A. gemmatalis* parasitados pelas espécies de *Trichogramma* encontrados durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01, 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.

Em todos os anos, exceto em 2001/02, *T. pretiosum* foi a espécie mais abundante, seguida por *T. acacioi* (Fig. 6), sendo que dos parasitóides emergidos durante a safra 2002/03, cerca de 70% dos ovos produziram *T. pretiosum* (Fig. 6). Estas duas espécies em conjunto foram responsáveis por mais de 80% dos ovos parasitados coletados (Fig. 6). *T. atopovirilia* e *T. rojasi* foram coletadas durante as

três primeiras safras, não sendo encontradas durante a safra 2002/03, enquanto que *T. lasallei* foi registrada durante as safras 1999/2000 e 2002/03 (Fig. 6). Os resultados confirmam as observações de Thorpe (1984) nos EUA e Frias *et al.* (1994) na Argentina que citaram *T. pretiosum* como a espécie mais abundante na cultura da soja. Lopes *et al.* (1982), nos EUA, verificaram que *T. pretiosum* foi responsável pelo parasitismo de 35% dos ovos de *A. gemmatalis*, índice inferior ao obtido para *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (62,2%).

T. pretiosum é a espécie de tricogramatídeo mais freqüente no Brasil, estando associada a 18 hospedeiros em 12 culturas (Zucchi & Monteiro 1997), incluindo ovos de *A. gemmatalis* em soja (Hohmann *et al.* 1989, Polazsek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999).

Polazsek & Foerster (1997) e Foerster & Avanci (1999) citam a ocorrência de *T. rojasi* em ovos de *A. gemmatalis* no Brasil e Botto *et al.* (1991) (*apud* Frias *et al.* 1994) citam a presença desta espécie neste hospedeiro na Argentina. *T. rojasi* também foi registrado no Chile em ovos de *Rachiplusia nu* (Guenée) (Nagaraja & Nagarkatti 1973).

A espécie *T. atopovirilia* foi citada pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis* por Foerster & Avanci (1999), estando associada no Brasil às culturas do milho e mandioca (Zucchi & Monteiro 1997, Cañete & Foerster 2003). A freqüência desta espécie em ovos de *A. gemmatalis* é baixa, e pode estar relacionada ao fato de culturas de milho ocorrerem simultaneamente em áreas próximas à soja na região em que os trabalhos foram realizados.

T. acacioi havia sido registrado no Brasil associado a lepidópteros do maracujá, feijão e eucalipto (Zucchi & Monteiro 1997), nunca tendo sido observado

na cultura da soja. No entanto, a sua elevada incidência em ovos de *A. gemmatalis*, suplantada apenas por *T. pretiosum*, sugere que esta espécie possui potencial para ser utilizada como agente de controle da lagarta da soja.

A espécie *T. lasallei* encontra-se distribuída na Costa Rica, México, Ilhas Virgens e Flórida (Pinto 1998), tendo nos levantamentos realizados no presente trabalho, seu primeiro registro para o Brasil. Esta espécie também foi registrada em Cuba em ovos de *Mocis latipes* Guenée, no entanto, foi citada como *T. rojasi* (Galán & Rodríguez 1991) devido à similaridade das duas espécies, sendo posteriormente referida como *T. lasallei* por Pinto (1998).

O número médio de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro e a razão sexual de cada espécie de *Trichogramma* são mostrados na Tabela 2. Mais adultos de *T. rojasi* emergiram por ovo de *A. gemmatalis* em comparação às outras espécies, porém esta diferença não foi significativa. Também não foram constatadas diferenças estatísticas entre a razão sexual das espécies de *Trichogramma*, variando de 0,69 para *T. pretiosum* a 0,89 para *T. lasallei*.

O parasitóide *E. porteri* foi encontrado em baixa quantidade (um ovo parasitado por safra) durante três safras, e não foi constatado durante a safra 2001/02. Dos ovos parasitados por esta espécie só emergiram machos, uma vez que estes parasitóides são heterotróficos, cujas fêmeas são endoparasitóides primários de Homoptera e os machos são endoparasitóides primários de ovos de Lepidoptera (Gauld & Bolton 1988). O primeiro registro desta espécie no Brasil em ovos de *A. gemmatalis* foi feito por Foerster & Avanci (1999) e na Argentina, Ovruski & Frias (1995) também encontraram ovos de *A. gemmatalis* parasitados por *E. porteri*. Outros noctuídeos são citados como hospedeiros de *E. porteri*, como *R. nu*

na alfafa (Arretz *et al.* 1985), *Helicoverpa zea* (Boodie) no milho (Guerrero *et al.* 1993) e *Copitarsia turbata* (Herrich & Schaffer) em plantas hortícolas (Lamborot *et al.* 1995).

Tabela 2. Número total de parasitóides emergidos, média ($\pm$ E.P) de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro e da razão sexual das espécies de *Trichogramma* encontradas em ovos de *A. gemmatalis* durante as safras de soja 1999/2000, 2000/01, 2001/02 e 2002/03. Fazenda Rio Grande, PR.

Espécie	N	Nº parasitóides emergidos	Nº parasitóide/ovo hospedeiro	Razão sexual ¹
<i>T. pretiosum</i>	168	376	2,2 $\pm$ 0,06 NS ²	0,69 $\pm$ 0,02 NS ²
<i>T. acacioi</i>	114	256	2,3 $\pm$ 0,07	0,73 $\pm$ 0,03
<i>T. rojasi</i>	11	30	2,7 $\pm$ 0,19	0,71 $\pm$ 0,05
<i>T. atopovirilia</i>	11	25	2,3 $\pm$ 0,19	0,70 $\pm$ 0,06
<i>T. lasallei</i>	3	6	2,0 $\pm$ 0,58	0,89 $\pm$ 0,11

¹ Razão sexual = nº de fêmeas/nº de machos + nº de fêmeas

² Médias não diferem estatisticamente para número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro (F=1,28; G.L.=4; $p \leq 0,05$) e para razão sexual (F=0,68; G.L.=4; $p \leq 0,05$).

Os resultados demonstram a diversidade de parasitóides de ovos que atuam no controle natural de *A. gemmatalis* em campo, e que juntamente com outros agentes de controle, podem vir a contribuir para programas de manejo integrado na cultura da soja. *T. pretiosum*, uma das espécies mais estudadas para uso em programas de controle biológico (Smith 1996), assim como *T. acacioi*, mostraram-se as mais importantes para o controle da lagarta da soja, merecendo estudos mais aprofundados no que diz respeito aos seus aspectos biológicos e sua eficiência no controle da praga, bem como técnicas que permitam sua produção em grande escala.

Literatura Citada

- Alves, S.B. 1998.** Fungos entomopatogênicos. p. 289-381. In: S.B. Alves (ed.) Controle microbiano de insetos. São Paulo, FEALQ, 407p.
- Arretz, P., L.CH. Lamborot & M.A. Guerrero. 1985.** Evaluación del parasitismo sobre los estados inmaturos de la cuncunilla verde del frijol *Rachiplusia nu* Guenée en praderas de alfafa. Rev. Chil. Entomol. 12: 209-215.
- Botto, E.A., N. Sidorkewicz, D. Stilinovic, C. Greco & P. Carrizo. 1991.** Estudios biológicos sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, nueva cita para la entomofauna Argentina. Resúmenes del II Congreso Argentino de Entomología. La Cumbre, Córdoba, 181p.
- Cañete, C.L. & L.A. Foerster. 2003.** Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 47: 2001-204.
- Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood & J. S. Pennington. 1971.** Stage of development description for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci., 11: 929-931.
- Frías, E.A, S.M. Ovruski & S.B. Popich. 1994.** Parasitoides de huevos de lepidópteros noctuidos encontrados en cultivos de soja y su evaluación como agentes de control. Rev. Invest. CIRPON. 9: 29-35
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.

- Galán M. & J. Rodríguez. 1991.** Registro de *Trichogramma rojasi* Nagaraja y Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para Cuba. Rev. Biol. 5: 177-181.
- Gauld I. & B. Bolton. 1988.** The Hymenoptera. Oxford University Press, New York. 332p.
- Greene, G.L., J.C. Reid, V.N. Blount & T.C. Riddle. 1973.** Mating and oviposition behavior of the velvetbean caterpillar in soybeans. Environ. Entomol. 2: 1113-1115.
- Guerrero, M.A., P. Arretz, L.Lamborot & J.E. Araya. 1993.** Parasitismo de huevos y larvas de *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) en maiz en la región metropolitana, Chile. Acta Entomol. Chil. 18: 65-72.
- Gutierrez, B & J. Pulido. 1978.** Ciclo de vida y hábitos de *Anticarsia gemmatalis* plaga de la soja en el Valle del Cauca. Rev. Colomb. Entomol. 4 : 3-9.
- Hoffmann-Campo, C.B., E.B. Oliveira & F. Moscardi. 1985.** Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Londrina: Embrapa Soja. 23p. (Circular Técnica/EMBRAPA Soja, n. 10).
- Hoffmann-Campo, C.B., F. Moscardi, B.S. Corrêa-Ferreira, L.J. Oliveira, D.R. Sosa-Gómez, A.R. Panizzi, I.C. Corso, D.L. Gazzoni & E.B. Oliveira 2000.** Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa Soja. 70p. (Circular Técnica/EMBRAPA Soja, n. 30).
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.
- Lamborot, L., P. Arretz, M.A. Guerrero & J.E. Araya. 1995.** Parasitismo de huevos y larvas de *Corpitarsia turbata* (Herrich y Schaffer) (Lepidoptera:

Noctuidae) en cultivos hortícolas en la región metropolitana. Acta Entomol. Chil. 19: 129-133.

Li, L.Y. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. p. 37-51. In: E. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. CAB International, 286p

Lopes Jr, J.D., S.L. Jones & V.S. House. 1982. Species of *Trichogramma* parasitizing eggs of *Heliothis* spp. and some associated lepidopterous pests in Central Texas. Southwest. Entomol. 7: 87-93.

Moscardi, F. 1998. Utilização de vírus entomopatogênicos em campo. p. 509-539. In: S.B. Alves (ed.) Controle microbiano de insetos. São Paulo, FEALQ, 407p.

Nagarkatti, S. & H. Nagaraja. 1971. Redescriptions of some known species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) showing the importance of the male genitalia as a diagnostic character. Bull. Entomol. Res. 61: 13-31.

Nagaraja, H. & S. Nagarkatti. 1973. A key to some New World species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with descriptions of four new species. Proc. Ent. Soc. Wash. 75: 288-297.

Noldus, L.P.J.J. 1988. Response of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* to the sex pheromone of its host *Heliothis zea*. Entomol. Exp. Appl. 48: 293-300.

Nordlund, D.A., M.R. Strand, W.J. Lewis & S.B. Vinson. 1987. Role of kairomones from host accessory gland secretion in host recognition by *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum*, with partial characterization. Entomol. Exp. Appl. 44: 37-43.

- Ovruski, S.M. & E.A. Frias. 1995.** Presencia de *Encarsia porteri* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoidizando huevos de lepidópteros noctúidos plagas del cultivo de soja en Tucuman, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 54: 25-29.
- Pinto, J.D. 1997.** Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. p. 13-39. In: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Pinto, J.D. 1998.** Systematics of the north american species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Mem. Entomol. Soc. Wash. 22. 287p.
- Polaszek, A. & L.A. Foerster 1997.** *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 26: 177-181.
- Shepard, M., G.R. Carner & S.G. Turnipseed. 1974.** A comparison of three sampling methods for arthropods in soybean. Environ. Entomol. 3: 227-232.
- Smith, S. M. 1996.** Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. Annu. Rev. Entomol. 41: 375-406.
- Thorpe, K.W. 1984.** Seasonal distribution of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species associated with a Maryland soybean field. Environ. Entomol. 13: 127-132.
- Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997.** O gênero *Trichogramma* na América do Sudeste. p. 183-205. In: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

CAPÍTULO II

**EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO,
LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE CINCO ESPÉCIES DE
Trichogramma WESTWOOD (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) ENCONTRADAS NO SUDESTE DO
PARANÁ**

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT, LONGEVITY AND REPRODUCTION OF FIVE SPECIES OF *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) COLLECTED IN SOUTH-EASTERN PARANÁ STATE, BRAZIL.

ABSTRACT – The biology of five *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species that parasitize eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) was compared and the effects of temperatures from 14° to 30°C on development, emergence, longevity and reproduction of the species were assessed. Adults of the five species were able to emerge and reproduce in the range of temperatures evaluated indicating that these species are able to remain in activity during autumn and winter in South-eastern Paraná State. *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares and *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti were the most cold-tolerant species, with lower threshold temperature of $8.1^{\circ}\text{C} \pm 0.16^{\circ}\text{C}$ and $9.2^{\circ}\text{C} \pm 0.16^{\circ}\text{C}$, while *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner was the least cold-adapted, with a lower threshold temperature of $10.2^{\circ}\text{C} \pm 0.13^{\circ}\text{C}$. Longevity of *Trichogramma pretiosum* Riley females was significantly higher than the other species at 14° and 18°C, while at the other temperatures the results were similar. Except for *T. acacioi*, parasitism capacity was reduced at 14°C. *Trichogramma lasallei* Pinto and *T. rojasi* showed lower parasitism capacity and longevity than the other species. *T. pretiosum* was the best adapted species, considering the whole range of temperature investigated. Despite the morphological similarity among the species and the fact that all of them partition the same substrate for oviposition, significant differences were recorded among the species in relation to all parameters evaluated.

KEY WORDS: Insecta, biology, egg parasitoids, velvetbean caterpillar.

RESUMO – Comparou-se a biologia de cinco espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que parasitam ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) e determinou-se o efeito de temperaturas entre 14° e 30°C no desenvolvimento, emergência, longevidade e reprodução dos parasitóides. Adultos das cinco espécies emergiram e parasitaram ovos de *A. gemmatalis* na faixa de temperatura avaliada, o que indica que essas espécies podem se manter em atividade durante o outono e inverno no sudeste do Paraná. *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti foram as espécies mais tolerantes ao frio, apresentando temperaturas base (Tb) de $8,1 \pm 0,16$ e $9,2 \pm 0,16$, enquanto que *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner foi a espécie menos adaptada a baixas temperaturas, com uma temperatura base de $10,2^\circ \pm 0,13^\circ\text{C}$. A longevidade das fêmeas de *Trichogramma pretiosum* Riley foi significativamente maior que a das demais espécies a 14° e 18°C, enquanto que nas demais temperaturas não houve diferenças significativas entre as espécies. Exceto para *T. acacioi*, a capacidade de parasitismo foi reduzida a 14°C. *Trichogramma lasallei* Pinto e *T. rojasi*, apresentaram menor capacidade de parasitismo e longevidade. *T. pretiosum* é a espécie com maior capacidade de adaptação à faixa de temperatura investigada. Embora as cinco espécies apresentem alta similaridade morfológica e compartilhem o mesmo substrato para oviposição, diferenças significativas entre as espécies foram observadas em todos os parâmetros avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, biologia, parasitóides de ovos, lagarta da soja.

Introdução

Os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) vêm sendo comercializados e liberados mundialmente para o controle de diversos lepidópteros pragas (Smith 1994). Para o controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), na Colômbia e nos EUA, *Trichogramma pretiosum* Riley vem sendo utilizado em nível comercial (Li 1994), colaborando para reduzir significativamente as aplicações de inseticidas para o controle desta praga (Garcia-Roa 1991). No Brasil, estudos sobre a biologia (Zachrisson 1997, Avanci 1999) e liberações em campo (Zachrisson & Parra 1998) demonstram a potencialidade de *T. pretiosum* para o controle da lagarta da soja.

Além de *T. pretiosum*, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner haviam sido registradas parasitando ovos de *A. gemmatalis* no Brasil (Hohmann *et al.* 1989, Polaszek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999), além de outras duas espécies, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma lasallei* Pinto, citadas pela primeira vez neste trabalho (Capítulo I). O conhecimento sobre o potencial biológico destas espécies torna-se relevante, uma vez que diferenças no desenvolvimento, fecundidade, longevidade, e tolerância a diferentes temperaturas devem ser levadas em conta em programas de controle biológico, para que se escolham as espécies que melhor se adaptem e se estabeleçam no ecossistema visado (Nagarkatti & Rao 1970 *apud* Manickavasagam *et al.* 1994).

O efeito da temperatura sobre os aspectos biológicos de *T. pretiosum* em ovos de diferentes hospedeiros já é bastante conhecido. A duração do ciclo evolutivo

foi avaliada em temperaturas entre 15° e 35°C e variou de 32,5 a 47,2 dias para 15°C e 7,0 a 10,2 dias para 35°C (Butler Jr. & López 1980, Goodenough *et al.* 1983, Calvin *et al.* 1984, Harrison *et al.* 1985, Bleicher & Parra 1989, Grille & Basso 1995, Avanci 1999), sendo as variações devido à utilização de diferentes hospedeiros e linhagens do parasitóide. Quanto às exigências térmicas de *T. pretiosum*, a temperatura base variou de 9,9° a 13,9°C e a constante térmica de 123 a 180 GD (Butler Jr. & López 1980, Goodenough *et al.* 1983, Calvin *et al.* 1984, Bleicher & Parra 1990b, Grille & Basso 1995, Avanci 1999).

Segundo Grille & Basso (1995), temperaturas entre 22° e 30°C apresentaram melhores resultados para a fecundidade de *T. pretiosum*, a qual foi reduzida entre 15° e 20°C e altamente afetada pela temperatura de 34°C. Por outro lado, temperaturas entre 30° e 32°C foram consideradas ideais para a reprodução de *T. pretiosum* por Inoue & Parra (1998). A capacidade de parasitismo varia principalmente em função do hospedeiro utilizado, sendo que os valores situam-se entre 19,5 e 197,9 ovos parasitados (Pak & Oatman 1982, Harrison *et al.* 1985, Bleicher & Parra 1990a, Nogueira de Sá & Parra 1994). A fecundidade da linhagem de *T. pretiosum* proveniente do sudeste do Paraná foi avaliada por Avanci (1999), que obteve uma média de 128,5 ovos de *A. gemmatilis* parasitados na temperatura de 25°C.

A longevidade das diferentes espécies de *Trichogramma* é inversamente proporcional à temperatura, devido a uma gradativa diminuição nos processos metabólicos dos parasitóides (Calvin *et al.* 1984, Harrison *et al.* 1985). No entanto, nos estudos realizados por Bleicher & Parra (1989a) e Grille & Basso (1995), apesar

da longevidade de *T. pretiosum* ter decrescido com o aumento da temperatura, abaixo de 20°C este decréscimo também foi observado.

A espécie *T. atopovirilia* foi investigada quanto à sua fecundidade em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) por Resende & Ciociola (1996), os quais obtiveram uma média de 45,2 ovos parasitados. Esta média foi inferior à obtida por Cañete & Foerster (2003) em ovos de *A. gemmatalis*, onde a média foi de 104,5 ovos parasitados.

Para *T. rojasi*, o conhecimento dos aspectos biológicos restringe-se aos obtidos por Avanci (1999), que avaliou o efeito da temperatura no desenvolvimento e longevidade desta espécie e obteve uma média de 65,6 ovos de *A. gemmatalis* parasitados na temperatura de 25°C. Para as espécies *T. acacioi* e *T. lasallei* não foram encontrados dados a respeito de sua biologia.

Apesar dos inúmeros trabalhos que relatam o efeito da temperatura no desenvolvimento, longevidade e reprodução de espécies de *Trichogramma*, na maioria das vezes tais estudos não são realizados de forma comparativa, o que dificulta a detecção de diferenças nos parâmetros biológicos entre as espécies. O presente trabalho teve como objetivo comparar a biologia das espécies de *Trichogramma* encontradas nos levantamentos de campo realizados no sudeste do Paraná, a fim de verificar quais apresentam maior potencialidade para serem utilizadas no controle biológico de *A. gemmatalis*.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DO HOSPEDEIRO E PARASITÓIDES – O hospedeiro *A. gemmatalis* e os parasitóides *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi*, *T. lasallei* e *T. rojasi* foram obtidos a partir de criações mantidas constantemente no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná.

A criação de *A. gemmatalis* foi realizada em sala climatizada à $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotofase de 14 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Os adultos foram mantidos em gaiola de vidro de 45 x 33 x 35cm, com aberturas laterais recobertas com tela para a ventilação e abertura superior para a manipulação dentro da gaiola. A alimentação dos adultos consistiu de dieta desenvolvida por Hoffmann-Campo *et al.* (1985) e fornecida em algodão dentro de placas de Petri. Como local de oviposição, placas de acrílico forravam as quatro paredes laterais da gaiola; diariamente as placas foram retiradas e imersas em um recipiente com água para a remoção dos ovos que foram recolhidos através da passagem da água por uma peneira de malha fina. Duas vezes por semana cerca de 100 ovos foram selecionados, mantidos em placa de Petri e um dia antes da eclosão das lagartas foram transferidos para copo plástico de 50 ml contendo no fundo dieta artificial (Hoffmann-Campo *et al.* 1985). As lagartas foram mantidas nestas condições até atingirem cerca de 1,5 cm, quando foram transferidas, em número de duas, para potes de polietileno de 7 cm de altura por 4 cm de diâmetro contendo no fundo dieta artificial e onde permaneceram até a fase de pré-pupa. As pré-pupas foram retiradas e colocadas em vermiculita para empuparem. As pupas foram colocadas em placas de Petri contendo papel filtro umedecido, e transferidas para as gaiolas de criação para a emergência dos adultos.

A criação dos parasitóides foi realizada em câmara climatizada à $21^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Diariamente, cerca de 500 ovos de *A. gemmatalis* foram colocados em cartelas de 0,5 x 4,0 cm e transferidos para tubos de ensaio de 1,0 x 10 cm, onde foram submetidos ao parasitismo por cerca de 50 fêmeas dos parasitóides. Após 24 horas as fêmeas foram eliminadas e as cartelas com ovos mantidas, recebendo umidade diariamente em tiras de papel filtro, até a emergência dos adultos. Os adultos foram alimentados com mel puro e utilizados para as atividades experimentais ou para a manutenção da criação.

Para a renovação genética das criações, anualmente coletas de campo com frequência semanal foram realizadas, durante a safra de soja no sudeste do Paraná, na Fazenda Experimental Gralha Azul, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná, localizada no município de Fazenda Rio Grande, Paraná.

DESENVOLVIMENTO E EMERGÊNCIA - Os experimentos foram realizados em câmaras climatizadas nas temperaturas de 14°, 18°, 21°, 26° e 30°C ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), com fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Cartelas contendo 30 ovos de *A. gemmatalis* foram colocadas em tubos de ensaio (0,5 x 6 cm) e expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. lasallei*, *T. acacioi* e *T. rojasi*. Cada cartela foi ofertada ao parasitismo a uma fêmea de parasitóide, na temperatura de 21°C e fotofase de 12 horas por um período de 24 horas. Após este período as fêmeas foram eliminadas e as cartelas parasitadas foram distribuídas, em número de cinco, para câmaras climatizadas reguladas para as temperaturas mencionadas, a fim de aguardar a emergência dos adultos. Foram registradas a

duração do período ovo-adulto, percentagem de emergência e a razão sexual dos parasitóides em cada temperatura.

LONGEVIDADE – Dez casais de cada espécie, emergidos em cada temperatura foram mantidos, separados em dois casais, em tubos de ensaio de 0,5 x 6 cm para a avaliação da longevidade. Os parasitóides foram observados diariamente nas temperaturas de 26° e 30°C e em dias alternados nas temperaturas de 14°, 18° e 21°C, para o registro da mortalidade e a renovação do alimento, o qual consistia de mel puro.

FECUNDIDADE – No dia da emergência, para cada temperatura foram separados dez casais de cada espécie de parasitóide os quais foram alimentados com mel. Trinta ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas e ofertados diariamente a cada casal, durante três dias consecutivos a 26° e 30°C e durante três dias alternados a 14°, 18° e 21°C, devido a oviposição mais lenta nestas temperaturas. Após o parasitismo, os ovos foram armazenados na mesma temperatura até a emergência dos adultos. Foram registrados, o número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a dois e três critérios de classificação utilizando o modelo fatorial completo (Montgomery & Runger 2003) e as comparações estatísticas entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tomando-se como fatores as espécies, as temperaturas e o sexo no caso da longevidade. Através do modelo de regressão linear (Haddad &

Parra 1984), determinou-se a temperatura base (tb) e a constante térmica (K) para o desenvolvimento de cada espécie e o erro padrão destes parâmetros foi calculado de acordo com Campbell *et al.* (1974).

Resultados e Discussão

DESENVOLVIMENTO E EMERGÊNCIA - As cinco espécies de *Trichogramma* desenvolveram-se e emergiram nas temperaturas entre 14° e 30°C com a duração do ciclo evolutivo variando de 49,0 a 8,0 dias, respectivamente (Tabela 1). A 14°C houve diferença significativa no tempo médio de desenvolvimento das espécies, sendo esta variação superior a 10 dias, quando comparou-se *T. rojasi* (37,2 dias) com *T. atopovirilia* (49,0 dias). A 18° e 21°C, o tempo de desenvolvimento, apesar de estatisticamente diferente entre as espécies de *Trichogramma*, apresentou menor variação, ficando em cerca de 18 e 14 dias, respectivamente. Nas temperaturas mais altas (26° e 30°C) o tempo de desenvolvimento de todas as espécies foi de 9 e 8 dias respectivamente, com exceção de *T. acacioi* que necessitou de um dia a mais que as outras espécies para se desenvolver em ambas as temperaturas (Tabela 1). Os valores obtidos quanto ao tempo de desenvolvimento estão na faixa de variação observada para outras espécies de *Trichogramma* (Butler Jr. & Lopez 1980, Googdenough *et al.* 1983, Calvin *et al.* 1984, Parra *et al.* 1991, Grille & Basso 1995, Cônsoli & Parra 1995).

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento (Média $\pm$ E.P.), em dias, de cinco espécies de *Trichogramma* em diferentes temperaturas ¹.

Temperatura (°C)	Tempo de desenvolvimento (ovo-adulto)				
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. lasallei</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
14	48,8 $\pm$ 0,20 aA	49,0 $\pm$ 0,00 aA	48,4 $\pm$ 0,24 aA	41,2 $\pm$ 0,20 aB	37,2 $\pm$ 0,20 aC
18	17,8 $\pm$ 0,20 bBC	19,0 $\pm$ 0,00 bA	18,0 $\pm$ 0,00 bB	18,0 $\pm$ 0,00 bB	17,0 $\pm$ 0,00 bC
21	12,9 $\pm$ 0,19 cD	14,0 $\pm$ 0,00 cBC	14,8 $\pm$ 0,20 cAB	13,9 $\pm$ 0,23 cC	15,2 $\pm$ 0,20 cA
26	9,0 $\pm$ 0,00 dB	9,0 $\pm$ 0,00 dB	9,0 $\pm$ 0,00 dB	10,0 $\pm$ 0,00 dA	9,0 $\pm$ 0,00 dB
30	8,0 $\pm$ 0,00 eB	8,0 $\pm$ 0,00 eB	8,0 $\pm$ 0,00 eB	9,0 $\pm$ 0,00 eA	8,0 $\pm$ 0,00 eB

Anova: F=201,28; G.L.=16,144; p=0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Todas as espécies apresentaram percentagens de emergência superiores a 70% nas temperaturas estudadas, com exceção de *T. lasallei* a 26°C com menos de 60% de emergência (Tabela 2). *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* não apresentaram diferenças significativas na emergência entre as temperaturas avaliadas, sendo superior a 90%, demonstrando a alta adaptabilidade destas espécies a diferentes condições (Tabela 2). *T. rojasi* e *T. acacioi* apresentaram índices de emergência superiores nas temperaturas mais baixas em relação às mais altas, sendo a emergência significativamente reduzida a 30°C (Tabela 2). Para *Trichogramma galloi* Zucchi e *Trichogramma distinctum* Zucchi, Parra *et al.* (1991) observaram que a temperatura de 32°C foi prejudicial à emergência das espécies, assim como 18°C que já é considerada limitante para estas espécies.

Tabela 2. Percentagem de emergência (Média $\pm$ E.P.) de cinco espécies de *Trichogramma* em diferentes temperaturas¹.

Temperatura (°C)	Emergência (%)				
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. lasallei</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
14	92,6 $\pm$ 2,71 aAB	95,4 $\pm$ 1,75 aA	71,3 $\pm$ 3,53 bcB	100,0 $\pm$ 0,00 aA	91,7 $\pm$ 2,77 abAB
18	97,6 $\pm$ 2,40 aA	97,7 $\pm$ 1,64 aA	98,9 $\pm$ 1,06 aA	99,2 $\pm$ 0,78 aA	99,6 $\pm$ 0,42 aA
21	97,9 $\pm$ 0,84 aA	94,6 $\pm$ 1,57 aA	98,5 $\pm$ 1,54 aA	97,0 $\pm$ 1,03 aA	78,1 $\pm$ 2,57 abA
26	90,9 $\pm$ 9,10 aA	98,0 $\pm$ 1,23 aA	58,3 $\pm$ 9,76 cB	95,2 $\pm$ 3,14 abA	81,8 $\pm$ 2,10 abAB
30	96,6 $\pm$ 1,97 aA	96,9 $\pm$ 1,56 aA	87,3 $\pm$ 3,05 abAB	77,8 $\pm$ 6,16 bB	74,4 $\pm$ 5,98 bB

Anova: F=5,83; G.L.=16,144; p=0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

A temperatura mínima avaliada (14°C) não interferiu no desenvolvimento das espécies, fato corroborado através dos resultados obtidos para a temperatura base que variou de 8,1° a 10,2°C. Não houve diferença estatística entre as temperaturas base e as constantes térmicas das espécies, exceto *T. acacioi* que diferiu significativamente de *T. atopovirilia* e *T. lasallei* (Tabela 3). *T. acacioi* e *T. rojasi* apresentaram as temperaturas base mais baixas (8,1° e 9,2°C, respectivamente), indicando que estas espécies apresentam maior tolerância a baixas temperaturas, fato comprovado pelos altos índices de emergência obtidos para as duas espécies a 14° e 18°C (Tabela 2). A espécie com desenvolvimento mais rápido foi *T. atopovirilia*, que necessita de 153,8 GD para se desenvolver, enquanto que a espécie de desenvolvimento mais lento foi *T. acacioi* (190,7 GD) (Tabela 3). As temperaturas base obtidas para as espécies avaliadas são comparativamente mais

baixas do que as relatadas na literatura que variam de 10,3° a 13,6°C (Goodenough *et al.* 1983, Cõnsoli & Parra 1995, Grille & Basso 1995, Pratissoli & Parra 2000), evidenciando uma maior tolerância das linhagens adaptadas ao clima subtropical às baixas temperaturas.

Tabela 3. Temperatura base (Tb) ± E.P., constante térmica (K) ± E.P., equação da regressão linear e coeficiente de determinação (r²) para cinco espécies de *Trichogramma*.

Espécie	Tb (°C)	K (GD)	Equação de regressão	r ² (%)
<i>T. pretiosum</i>	9,6 ± 0,14	157,7 ± 3,97	-0,060921 + 0,006343x	97,90
<i>T. atopovirilia</i>	10,2 ± 0,13	153,8 ± 3,38	-0,066316 + 0,006500x	98,64
<i>T. lasallei</i>	10,1 ± 0,14	154,9 ± 3,71	-0,065439 + 0,006457x	98,33
<i>T. acacioi</i>	8,1 ± 0,16	190,7 ± 4,19	-0,042549 + 0,005244x	97,47
<i>T. rojasi</i>	9,2 ± 0,16	163,6 ± 5,37	-0,056437 + 0,006112x	98,23

A razão sexual não diferiu significativamente entre as espécies e temperaturas avaliadas, variando de 0,65 a 0,88 (Fig. 1). *T. lasallei* apresentou a maior proporção de fêmeas e *T. pretiosum* apresentou a menor proporção. A temperatura de 14°C foi a que mais influenciou na emergência das fêmeas, ocasionando uma proporção sexual inferior, porém sem diferença estatística com as demais temperaturas (Fig. 1). O decréscimo na razão sexual quase sempre está associado com altas temperaturas, como no caso de *T. galloi* onde a razão sexual foi significativamente afeta pela temperatura de 32°C (Cõnsoli & Parra 1995) e *T. pretiosum* e *T. exiguum*, que apresentaram menor proporção de fêmeas a 35°C (Harrison *et al.* 1985).

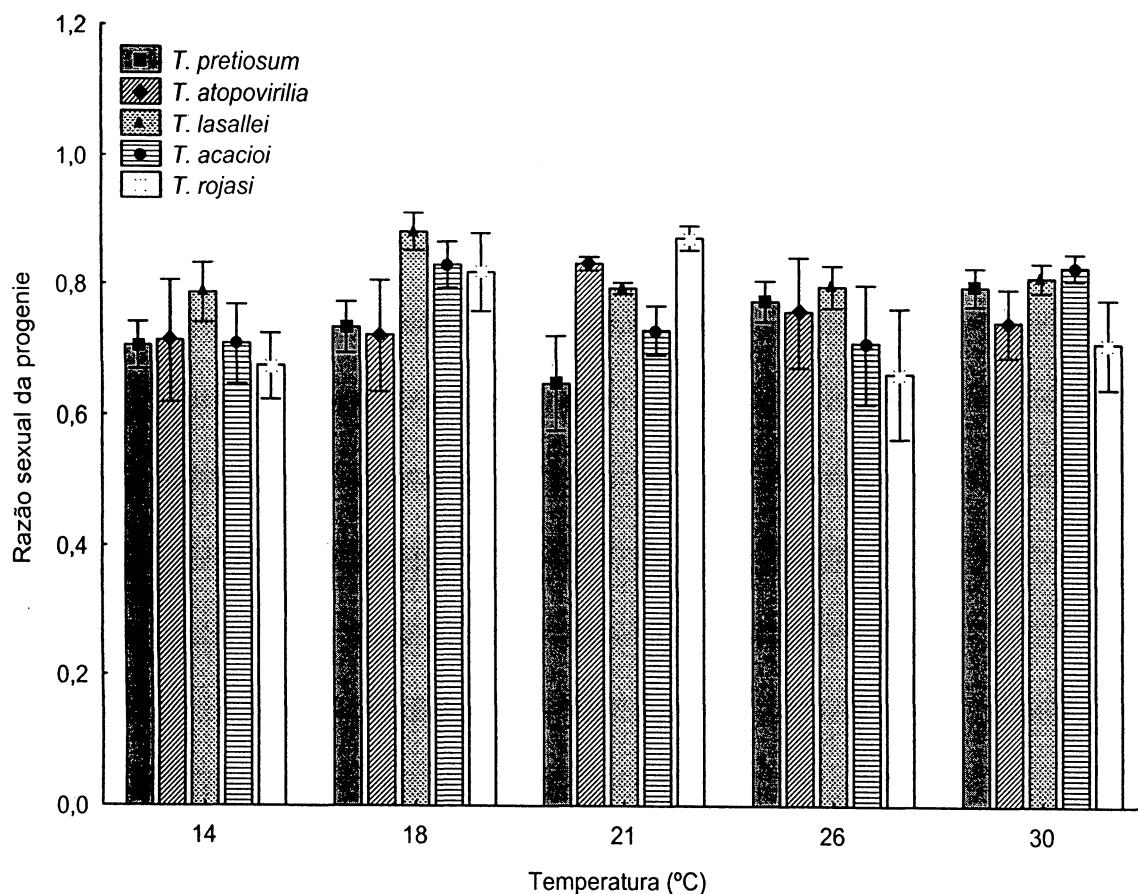


Figura 1. Razão sexual da progênie (Média $\pm$ E.P.) produzida por cinco espécies de *Trichogramma* em diferentes temperaturas.

Anova: $F=1,18$; G.L.=16,112; $p=0,292$

LONGEVIDADE - Das cinco espécies estudadas, fêmeas de *T. pretiosum* foram as que apresentaram maior longevidade média em todas as temperaturas testadas, variando de 6,4 dias a 30°C a 45,9 dias a 14°C (Fig. 2). Esta espécie, juntamente com *T. acacioi*, apresentou uma longevidade significativamente superior na temperatura de 14°C em relação à 18°C, demonstrando estarem adaptadas a baixas temperaturas (Tabela 4). Ao contrário, *T. atopovirilia*, *T. lasallei* e *T. rojasi* apresentaram a 14°C uma longevidade semelhante a obtida à 18°C, sendo os valores, em alguns casos, até inferiores, indicando que a temperatura de 14°C é

limitante para a sobrevivência do estágio adulto destas espécies (Tabela 4). Com exceção de fêmeas de *T. pretiosum*, os adultos dos parasitóides não ultrapassaram dois dias de vida a 30°C (Tabela 4). Os machos foram em geral menos longevos que as fêmeas, sendo neste caso os machos de *T. pretiosum* também os que viveram mais nas temperaturas avaliadas (Tabela 4). A longevidade observada para *T. pretiosum* foi superior à obtida por Alencar *et al.* (2000) que registraram 5,53 e 3,08 dias de longevidade para fêmeas e machos, respectivamente, na temperatura de 25°C. Para 18°C, a longevidade de *T. pretiosum* foi o dobro da observada para a mesma espécie por Bleicher & Parra (1989), evidenciando a maior adaptabilidade das linhagens subtropicais a temperaturas abaixo de 20°C.

Tabela 4. Longevidade (Média $\pm$ E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas¹.

Temperatura (°C)	Sexo	Longevidade (dias)									
		<i>T. pretiosum</i>		<i>T. atopovirilia</i>		<i>T. lasallei</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>	
14	♀	45,9 $\pm$ 4,45 aA	(28-68) ²	16,8 $\pm$ 1,68 abC	(14-31)	14,9 $\pm$ 0,53 abC	(11-18)	35,4 $\pm$ 2,90 aB	(18-44)	13,3 $\pm$ 1,10 abC	(8-17)
	♂	24,9 $\pm$ 3,90 cA	(8-38) ²	11,3 $\pm$ 0,80 bB	(7-14)	10,2 $\pm$ 1,1 abcB	(4-15)	29,7 $\pm$ 2,22 aA	(19-35)	11,6 $\pm$ 0,94 abcB	(8-17)
18	♀	35,3 $\pm$ 4,83 bA	(4-51)	20,9 $\pm$ 2,49 aB	(14-35)	14,7 $\pm$ 0,79 abB	(11-20)	16,7 $\pm$ 2,70 bB	(4-37)	14,8 $\pm$ 1,20 aB	(4-16)
	♂	28,2 $\pm$ 1,61 bcA	(23-39)	13,6 $\pm$ 0,40 abB	(10-14)	15,1 $\pm$ 0,57 aB	(11-18)	17,0 $\pm$ 1,46 bB	(12-27)	10,9 $\pm$ 1,68 abcB	(4-16)
21	♀	11,7 $\pm$ 3,11 dA	(2-31)	13,2 $\pm$ 1,23 abA	(8-22)	6,3 $\pm$ 1,27 abcA	(2-12)	8,9 $\pm$ 1,33 bcA	(4-16)	4,0 $\pm$ 0,42 cdA	(2-6)
	♂	11,6 $\pm$ 1,63 dA	(4-19)	11,4 $\pm$ 1,31 bA	(3-18)	5,8 $\pm$ 1,10 bcA	(1-11)	10,0 $\pm$ 1,31 bcA	(3-15)	2,9 $\pm$ 0,31 cdA	(2-4)
26	♀	12,5 $\pm$ 2,27 dA	(3-23)	10,7 $\pm$ 0,98 bA	(6-14)	6,1 $\pm$ 0,80 abcA	(3-10)	10,2 $\pm$ 1,79 bcA	(3-19)	5,3 $\pm$ 0,52 bcdA	(3-9)
	♂	13,3 $\pm$ 1,16 dA	(6-18)	8,2 $\pm$ 0,40 bcAB	(7-10)	4,7 $\pm$ 0,80 cAB	(2-9)	8,7 $\pm$ 0,30 bcAB	(8-11)	2,8 $\pm$ 0,25 cdB	(2-4)
30	♀	6,4 $\pm$ 0,91 deA	(2-11)	1,5 $\pm$ 0,17 cA	(1-2)	1,0 $\pm$ 0,00 cA	(-)	1,6 $\pm$ 0,16 cA	(1-2)	1,0 $\pm$ 0,00 dA	(-)
	♂	1,6 $\pm$ 0,22 eA	(1-3)	1,0 $\pm$ 0,00 cA	(-)	1,0 $\pm$ 0,00 cA	(-)	1,1 $\pm$ 0,10 cA	(1-2)	1,0 $\pm$ 0,00 dA	(-)

Anova: F=2,50; G.L.=16, 448; p=0,001

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

² Intervalo de variação.

FECUNDIDADE – Para as cinco espécies, o número de ovos parasitados foi significativamente menor a 14°C, não ultrapassando, durante os três dias em que foram ofertados ovos, a média de cinco ovos parasitados para *T. atopovirilia*, *T. lasallei* e *T. rojasi* (Tabela 5). A redução significativa na atividade de oviposição de espécies de *Trichogramma* em temperaturas baixas também foi observada por Berti & Marcano (1997), Pavlik (1991) e Pak & van Heiningen (1985). Assim como na longevidade, *T. pretiosum* e *T. acacioi* foram as espécies que apresentaram maior fecundidade à 14°C, com uma média de 10,6 e 16,6 ovos parasitados em três dias (Tabela 5). *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* foram as espécies menos afetadas com o aumento da temperatura em relação à fecundidade, sendo que nas temperaturas de 26° e 30°C a média de ovos parasitados durante três dias foi superior a 30 ovos (Tabela 5), valores semelhantes aos encontrados para *T. atopovirilia* por Cañete & Foerster (2003) e para *T. pretiosum* por Avanci (1999). As espécies *T. rojasi*, *T. lasallei* e *T. acacioi* apresentam pouca resistência à temperatura de 30°C, sendo que a média de ovos parasitados em três dias foi inferior a 10 (Tabela 5).

O número de parasitóides emergidos apresentou a mesma tendência em relação à temperatura que o número de ovos parasitados, demonstrando que as temperaturas extremas afetam a capacidade de parasitismo das espécies, porém não o desenvolvimento e emergência da progênie produzida (Tabela 6). A temperatura de 18°C foi a que proporcionou o maior número de parasitóides emergidos para *T. acacioi* e *T. rojasi*, enquanto que para *T. atopovirilia* e *T. lasallei* as maiores médias foram obtidas a 21° e 26°C. *T. pretiosum* produziu o maior número de descendentes a 30°C, corroborando os resultados obtidos por Inoue &

Parra (1998) que obtiveram um aumento gradativo na progênie de *T. pretiosum* com o aumento da temperatura, com o maior valor observado a 32°C.

Tabela 5. Média ($\pm$ E.P.) de ovos de *A. gemmatilis* parasitados por fêmeas de *Trichogramma* durante três dias (Total de 90 ovos ofertados)¹.

Temperatura (°C)	Média total de ovos parasitados				
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. lasallei</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
14	10,6 $\pm$ 1,57 cA	4,6 $\pm$ 0,90 cA	2,8 $\pm$ 0,51 bA	16,6 $\pm$ 2,91 abA	3,3 $\pm$ 0,59 bA
18	33,4 $\pm$ 2,75 abA	41,1 $\pm$ 3,56 abA	13,1 $\pm$ 2,02 abB	29,2 $\pm$ 1,89 aA	26,8 $\pm$ 2,27 aAB
21	24,1 $\pm$ 3,62 bcB	50,9 $\pm$ 4,98 aA	27,0 $\pm$ 3,97 aB	23,2 $\pm$ 3,01 abB	12,2 $\pm$ 2,28 abC
26	35,1 $\pm$ 4,53 abB	55,7 $\pm$ 3,00aA	27,8 $\pm$ 2,14 aBC	12,7 $\pm$ 3,35 bCD	11,2 $\pm$ 1,34 bD
30	41,0 $\pm$ 4,55 aA	30,1 $\pm$ 5,36bA	7,7 $\pm$ 0,90 bB	8,1 $\pm$ 1,32 bB	9,1 $\pm$ 0,97 bB

Anova: F=11,83; G.L.=16,214; p=0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabela 6. Média ($\pm$ E.P.) de parasitóides produzidos por fêmeas de *Trichogramma* durante três dias em diferentes temperaturas¹.

Temperatura (°C)	Média total de parasitóides emergidos				
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. lasallei</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
14	12,1 $\pm$ 2,41 bAB	2,3 $\pm$ 0,60 cAB	0,9 $\pm$ 0,41 bB	24,5 $\pm$ 1,15 abcA	1,3 $\pm$ 0,45 bB
18	57,5 $\pm$ 3,29 aA	59,9 $\pm$ 5,16 bA	21,2 $\pm$ 2,67 abB	41,9 $\pm$ 3,24 aAB	41,9 $\pm$ 3,19 aAB
21	47,3 $\pm$ 6,05 aB	83,5 $\pm$ 7,06 aA	37,3 $\pm$ 4,65 aBC	37,0 $\pm$ 4,69 abBC	23,5 $\pm$ 13,8 abC
26	59,1 $\pm$ 7,82 aB	98,2 $\pm$ 4,62 aA	35,3 $\pm$ 2,80 aC	17,8 $\pm$ 4,33 bcC	19,3 $\pm$ 1,78 abC
30	62,7 $\pm$ 7,34 aA	43,5 $\pm$ 7,92 bA	5,0 $\pm$ 0,60 bB	4,5 $\pm$ 1,15 cB	5,8 $\pm$ 1,08 bB

Anova: F=14,71; G.L.=16,214; p=0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Para as cinco espécies de *Trichogramma*, o número médio de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro variou de 1,3 a 2,0 nas temperaturas entre 18° e 26°C. Nas temperaturas de 14°C e 30°C este número foi significativamente reduzido, com exceção de *T. acacioi* a 14°C e *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* a 30°C, onde o número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro foi estatisticamente semelhante às demais temperaturas.

Tabela 7. Número médio ($\pm$ E.P.) de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro em diferentes temperaturas¹.

Temperatura (°C)	Média de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro				
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. lasallei</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
14	1,1 $\pm$ 0,13 bA	0,5 $\pm$ 0,13 bB	0,3 $\pm$ 0,13 bB	1,5 $\pm$ 0,05 aA	0,3 $\pm$ 0,09 bB
18	1,8 $\pm$ 0,09 aA	1,5 $\pm$ 0,05 aA	1,7 $\pm$ 0,09 aA	1,4 $\pm$ 0,04 aA	1,6 $\pm$ 0,03 aA
21	1,8 $\pm$ 0,04 aAB	1,7 $\pm$ 0,04 aAB	1,5 $\pm$ 0,09 aB	1,6 $\pm$ 0,09 aAB	2,0 $\pm$ 0,13 aA
26	1,7 $\pm$ 0,09 aA	1,8 $\pm$ 0,05 aA	1,3 $\pm$ 0,04 aA	1,5 $\pm$ 0,16 aA	1,8 $\pm$ 0,12 aA
30	1,5 $\pm$ 0,06 abA	1,5 $\pm$ 0,08 aA	0,8 $\pm$ 0,14 bB	0,5 $\pm$ 0,14 bB	0,6 $\pm$ 0,12 bB

Anova: F=12,40; G.L.=16,214; p=0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

O tempo de desenvolvimento, considerando-se as cinco temperaturas avaliadas foi estatisticamente maior para *T. atopovirilia* e *T. lasallei* em relação a *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi* (Fig. 2A), enquanto que a percentagem de emergência de *T. lasallei* foi estatisticamente inferior à de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* e não diferiu de *T. rojasi* (Fig. 2B). A longevidade de *T. pretiosum* considerando-se todas as temperaturas foi superior à das demais espécies, seguido por *T. acacioi*, o qual apresentou longevidade significativamente

maior que *T. atopovirilia*, *T. lasallei* e *T. rojasi* (Fig. 2C). *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* apresentaram capacidade de parasitismo estatisticamente superior à de *T. acacioi*, *T. lasallei* e *T. rojasi* (Fig. 2D).

Independentemente da espécie, o tempo de desenvolvimento foi duas vezes maior a 14°C do que nas demais temperaturas, tendo um efeito comparativamente menor entre 18° e 30°C, embora todos tenham sido estatisticamente diferentes entre si (Fig. 3A). A percentagem de emergência das espécies foi maior a 18°C, porém sem diferir de 21°C, enquanto que a 14°, 26° e 30°C significativamente menos parasitóides emergiram em comparação a 18°C (Fig. 3B). A longevidade média das espécies apresentou quatro níveis distintos; a 14°C verificou-se a maior longevidade diferindo estatisticamente de 18°C, sendo que ambas foram superiores às demais temperaturas. Entre 21° e 26°C não houve diferença na longevidade, a qual, todavia foi significativamente maior que a 30°C (Fig. 3C). A capacidade de parasitismo foi acentuadamente menor a 14° e a 30°C do que nas demais temperaturas, não registrando-se diferenças entre 18° e 26°C (Fig. 3D).

Os resultados demonstram que todas as espécies de *Trichogramma* avaliadas estão adaptadas a se desenvolver e reproduzir em temperaturas de 20°C ou menos, diferente das espécies e linhagens de clima tropical, as quais apresentam índices de emergência reduzidos a 18°C como *T. galloi* (Parra *et al.* 1991, Parra & Salles 1995) e *T. distinctum* (Parra *et al.* 1991). *T. galloi* apresenta uma temperatura base de 13,6°C (Cônsoli & Parra 1995), valor superior aos obtidos para as espécies de *Trichogramma* avaliadas neste trabalho (Tabela 3), o que pode explicar o menor sucesso desta espécie nas temperaturas mais baixas.

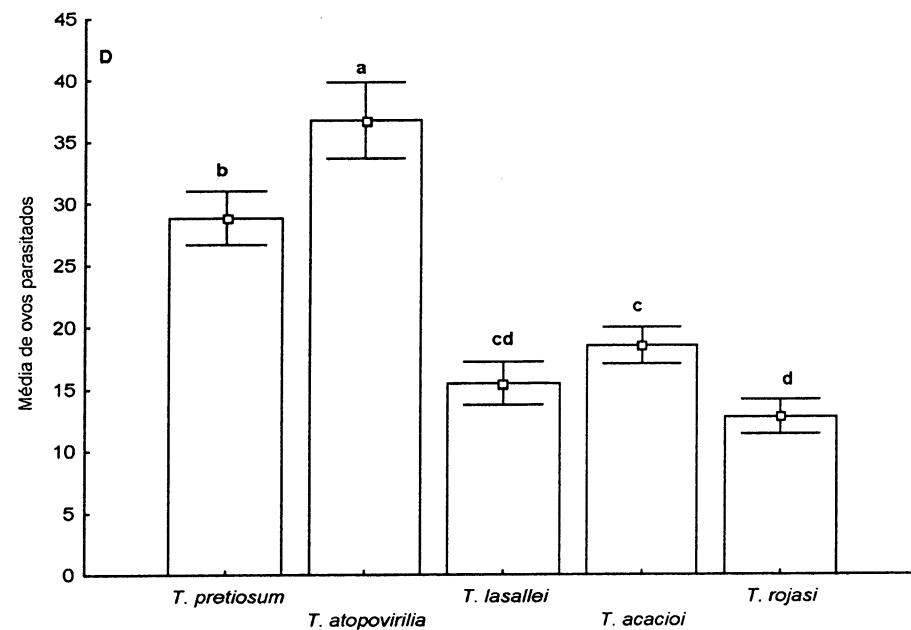
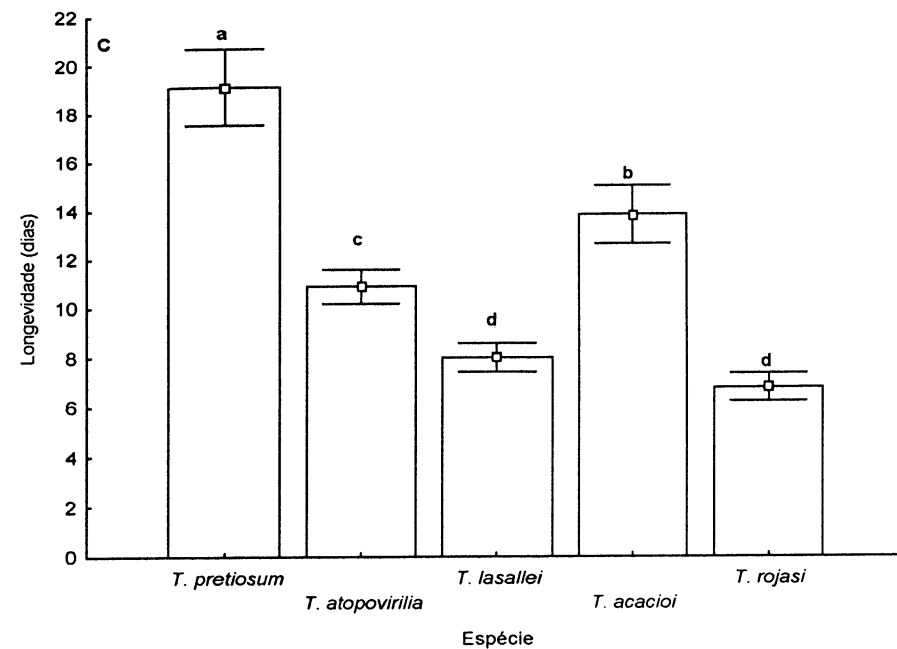
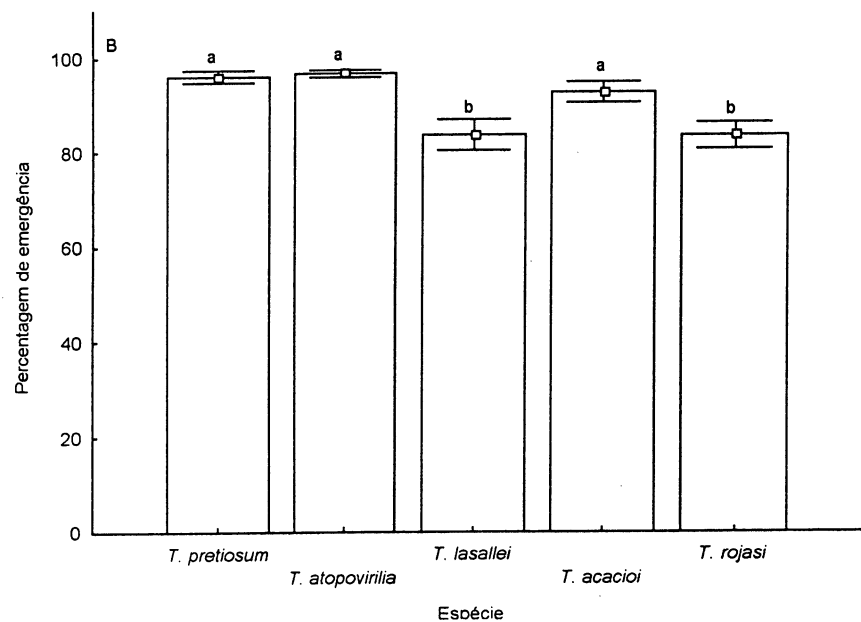
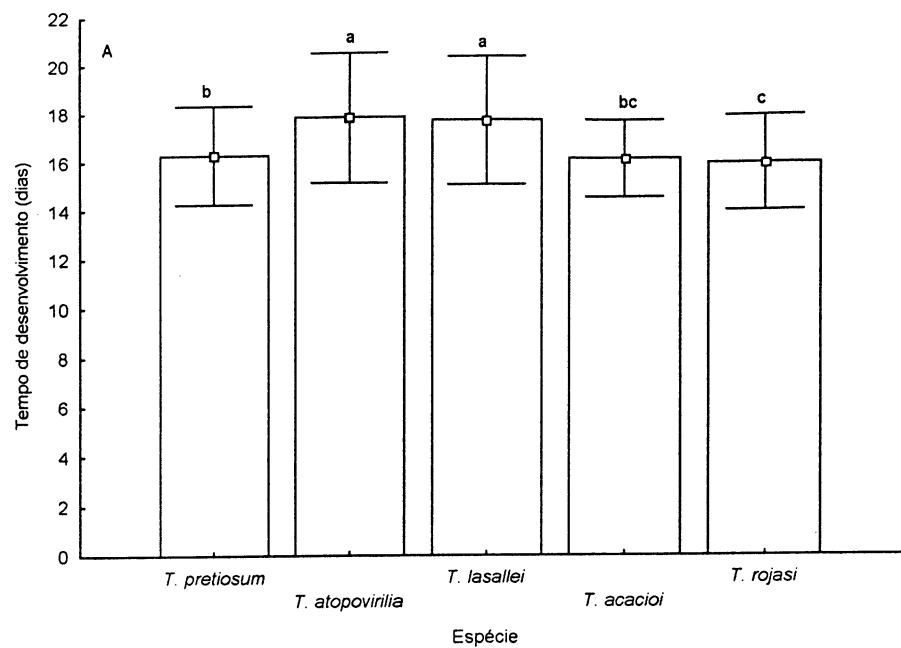


Figura 2. Comparação entre os parâmetros biológicos de cinco espécies de *Trichogramma* (Análise conjunta das temperaturas de 14°, 18°, 21°, 26° e 30°C). (Linhas verticais representam o erro padrão em relação à média).

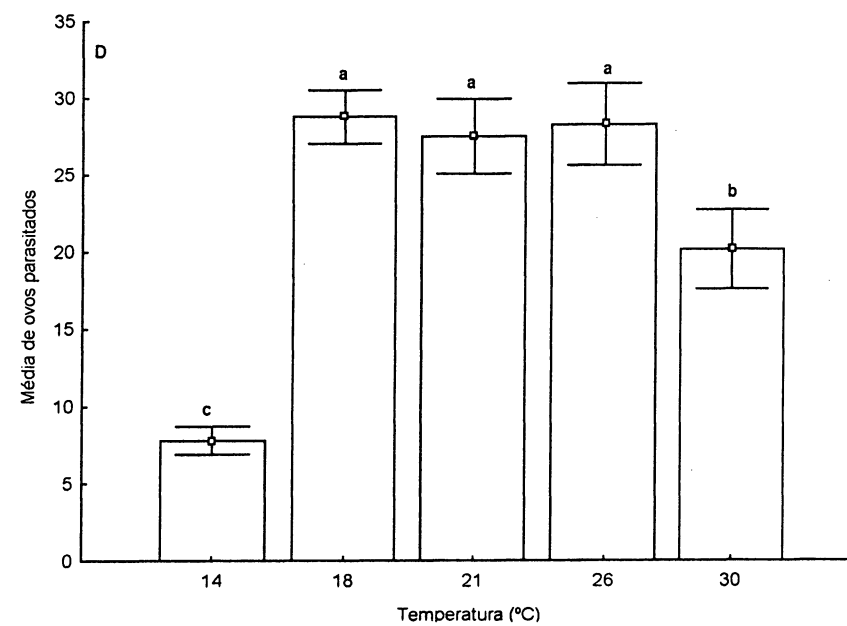
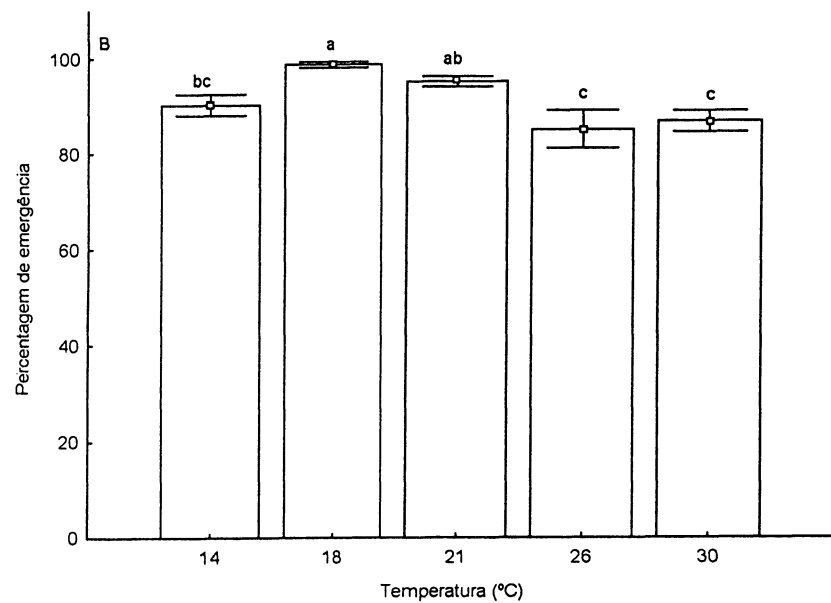
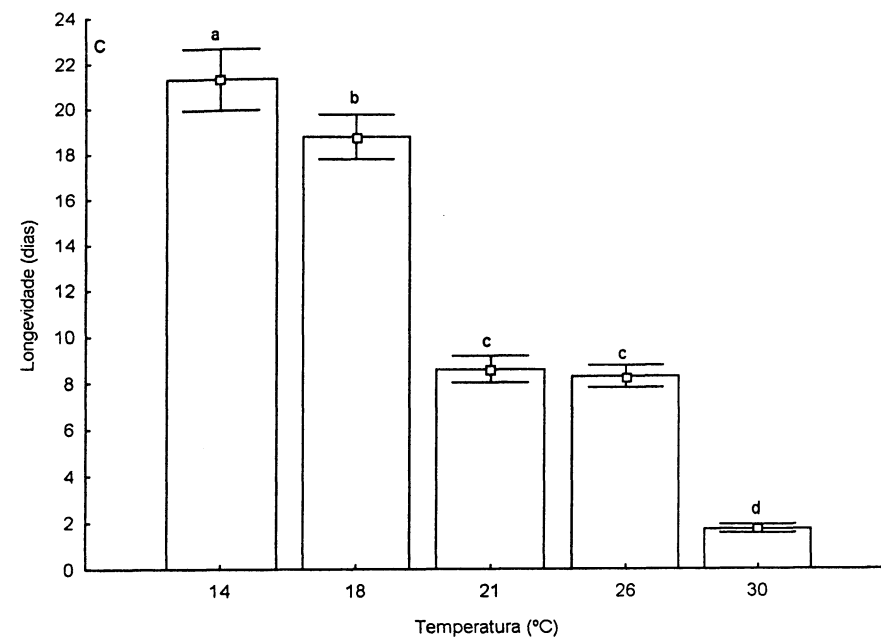
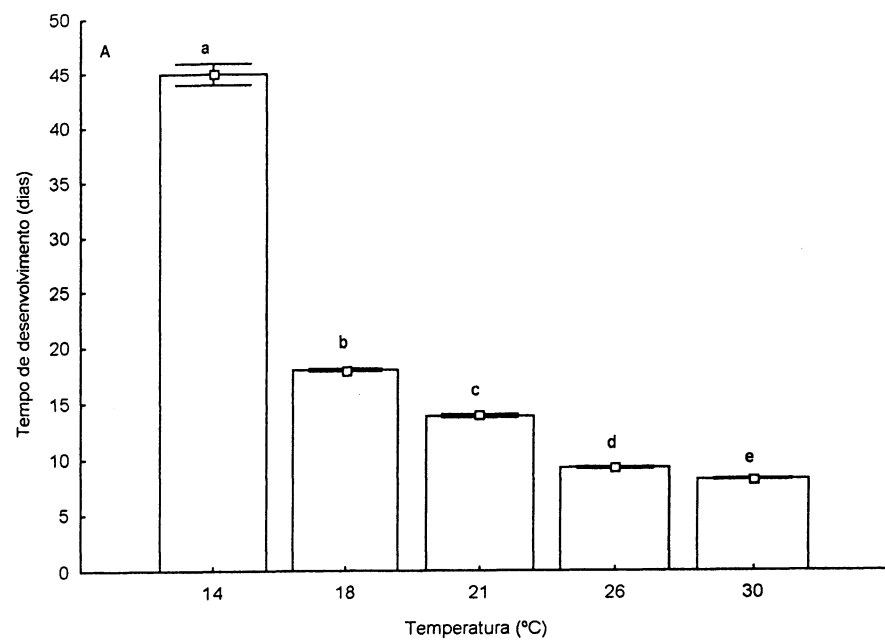


Figura 3. Comparação em cinco temperaturas dos parâmetros biológicos de *Trichogramma*. (Análise conjunta das espécies *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. lasallei*, *T. acacioi* e *T. rojas*). (Linhas verticais representam o erro padrão em relação à média).

Conclui-se que *T. rojasi* e *T. acacioi* são espécies mais adaptadas a baixas temperaturas e que *T. pretiosum* é a espécie que apresenta maior amplitude de adaptação, uma vez que os resultados obtidos com esta espécie mostraram-se os mais satisfatórios. *T. atopovirilia* apresentou altos índices de parasitismo nas temperaturas entre 18° e 30°C, porém trata-se de uma espécie pouco adaptada a temperaturas mais baixas, o que a torna menos adequada em casos de estocagem durante o período de entressafra e da sua utilização para o controle de pragas no sul do país.

Literatura Citada

- Alencar, J.A.; F.N.P. Haji; J.V. Oliveira; A.N. Moreira. 2000.** Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver). Pesq. Agropec. Bras. 35: 1669-1674.
- Avanci, M.R.F. 1999.** Incidência de parasitóides em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae); biologia e competitividade entre duas espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 86p.
- Berti J. & R. Marcano. 1997.** Influencia de la temperatura sobre el desarrollo, reproducción y longevidad de una raza uniparental de *Trichogramma pretiosum* Riley. Bol. Entomol. Venezolana. 12: 7-15.

- Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1989.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. Pesq. Agropec. Bras. 24: 929-940.
- Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1990a.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. Pesq. Agropec. Bras. 25: 207-214.
- Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1990b.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. Pesq. Agropec. Bras. 25: 215-219.
- Butler Jr., G.D. & J.D. López. 1980.** *Trichogramma pretiosum*: development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 671-673.
- Calvin, D.D., M.C.Knapp, S.M. Welch, F.L. Poston & R.J. Elzinga. 1984.** Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. Environ. Entomol. 13: 774-780.
- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974.** Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11: 419-423.
- Cañete, C.L. & L.A. Foerster. 2003.** Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 47: 201-204.

- Cônsoli F.L. & J.R.P. Parra. 1995.** Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae) biology. I. Development and thermal requirements. J. Appl. Ent. 119: 415-418.
- Foerster, L. A. & M. R. F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 545-548.
- Garcia-Roa, F. 1991.** Effectiveness of *Trichogramma* spp. in biological control programs in the Cauca Valley, Colombia. Colloques de L'INRA, 56: 197-200.
- Goodenough, J.L.; A.W. Harstack & E.G. King. 1983.** Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. J. Econ. Entomol. 76: 169-189.
- Grille G. & C. Basso. 1995.** Biology, thermal requirements and performance of *Trichogramma pretiosum* Riley and *T. galloi* Zucchi under laboratory conditions. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'INRA. 73: 79-82.
- Haddad, M.L. & J.R.P. Parra. 1984.** Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de insetos. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 12 p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).
- Harrison, W. W., E.G. King & J. D. Ouzts. 1985.** Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperatures regimes. Environ. Entomol. 14: 118-121.

- Hoffmann-Campo, C.B., E.B. Oliveira & F. Moscardi. 1985.** Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Londrina, CNPSoja. 23p. (EMBRAPA-Soja. Documentos, 10).
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.
- Inoue, M.S.R. & J.R.P. Parra. 1998.** Efeito da temperatura no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). Sci. Agric. 55: 222-226.
- Li, L.Y. 1994.** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. p. 37-44. In: E. Wanberg & S.A. Hassan (eds.). Biological control with egg parasitoids. Wallingford, CAB International, 286p.
- Manickavasagan, S., A.V.N. Paul & S.I. Farooqi. 1994.** Biological attributes of four species of *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) – a comparative study. Insect Sci. Applic. 15: 173-176.
- Montgomery, D.C. & G.C. Runger. 2003.** Estatística aplicada e probabilidades para engenheiros. Rio de Janeiro, Livro Técnico Científico Editora. 463p.
- Nagarkatti S. & V.P. Rao. 1970.** Possibilities of using egg parasites for biological control of sugarcane borers in India. Proc. Second Ann. Conf. South India Sugar and Sugarcane Tech., 1001-104.
- Nogueira de Sá L.A. & J.R.P. Parra. 1994.** Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. J. Appl. Entomol. 118: 38-43.

- Pak, G. A. & E.R. Oatman. 1982.** Comparative life table, behaviour and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. Entomol. Exp. Appl. 32: 68-79.
- Pak, G. A. & T. G. van Heiningen. 1985.** Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp.: adaptability to field-temperature conditions. Entomol. Exp. Appl. 38: 3-13.
- Parra, J.R.P., R.A. Zucchi, S. Silveira Neto & M.L. Haddad. 1991.** Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi, on two alternative hosts. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'INRA 56: 81-84.
- Parra, J.R.P. & O.Jr. Salles. 1995.** Biology of *Trichogramma galloi* Zucchi reared on natural and factitious hosts under different temperatures and relative humidities. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'INRA 73: 95-99.
- Pavlik, J. 1991.** The oviposition activity of *Trichogramma* spp. The effect of temperature. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'INRA. 56: 85-87.
- Polaszek, A. & L.A. Foerster. 1997.** *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera:Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera:Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 26: 177-181.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2000.** Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. Pesq. Agropec. Bras. 35:1281-1288.

- Resende, D.L.M.C. & A.I. Ciociola. 1996.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia* 20: 421-424.
- Smith, S.M. 1994.** Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopterous pest. p. 113-144. In: E. Wanberg & S.A. Hassan (eds.). *Biological control with egg parasitoids*. Wallingford, CAB International, 286p.
- Stinner, R.E., R.L. Ridgway & R.K. Morrison. 1974.** Longevity, fecundity, and searching ability of *Trichogramma pretiosum* reared by three methods. *Environ. Entomol.* 3: 558-560.
- Zachrisson S., B.A. 1997.** Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na cultura da soja. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 106p.
- Zachrisson, B & J.R.P. Parra. 1998.** Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. *Sci. agric.* 55: 133-137.

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO, LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE *Trichogramma* WESTWOOD (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM CONDIÇÕES NATURAIS DURANTE O OUTONO E INVERNO NO SUDESTE DO PARANÁ

DEVELOPMENT, LONGEVITY AND REPRODUCTION OF *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN NATURAL CONDITIONS DURING AUTUMN AND
WINTER IN SOUTH-EASTERN PARANÁ STATE

ABSTRACT – The development, longevity and reproductive capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares and *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti kept in natural conditions for seven generations between April and September 2001, were investigated in order to determine how these parasitoids overwinter. All species remained in activity along the experimental period; the developmental time was inversely proportional to the temperature, ranging from 15 days during the warmest month (April) to 35 days in the coldest month (June). Over 90% of the parasitoids emerged along the generations, except for *T. rojasi* which showed a significantly lower emergence in comparison to the other species in April and May. Highest longevity was recorded for adults emerged in May, being *T. pretiosum* the longest lived species. The reproductive activity was not interrupted during autumn and winter, although parasitism rates decreased with the reduction of temperature. The capacity of parasitism of *T. acacioi* was the least affected, showing the highest means of parasitized eggs among the species, during the coldest months (June-July). The other two species suffered a reduction of more than 50% in fecundity in relation to the oviposition recorded in these months. None of the species ceased their development during the coldest months, indicating that alternative winter hosts may be used, together with a slowing in the developmental rate of the immature stages.

KEY WORDS: Insecta, egg parasitoids, velvetbean caterpillar, overwintering.

RESUMO – Avaliou-se o desenvolvimento, a longevidade e a reprodução de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) mantidos em condições naturais por sete gerações entre abril e setembro de 2001, a fim de se conhecer como estes parasitóides sobrevivem durante o inverno no sudeste do Paraná. As três espécies mantiveram-se em atividade ao longo do período; o tempo de desenvolvimento prolongou-se à medida que a temperatura ambiente diminuiu, variando de cerca de 15 dias no mês mais quente (início de abril) a cerca de 35 dias no mês mais frio (junho). A emergência dos parasitóides foi superior a 90% ao longo das gerações, exceto para *T. rojasi* onde a emergência foi reduzida significativamente em comparação as outras espécies nos meses de abril e maio. As maiores longevidades foram registradas para os adultos emergidos no mês de maio, sendo *T. pretiosum* a espécie mais longeva. A atividade reprodutiva manteve-se sem interrupção durante o outono e inverno ao longo das gerações, embora a capacidade de parasitismo tenha diminuído com o decréscimo da temperatura. A capacidade de parasitismo de *T. acacioi* foi a menos afetada dentre as espécies, apresentando nos meses mais frios (junho e julho) as maiores médias de ovos parasitados. As outras espécies sofreram redução de mais de 50% no parasitismo nestes meses. Como nenhum mecanismo de suspensão do desenvolvimento foi observado durante a entressafra, supõe-se que as espécies de *Trichogramma* avaliadas sobrevivem durante o outono e inverno no sudeste do Paraná, em hospedeiros alternativos presentes na natureza, apresentando um desenvolvimento mais lento dos estágios imaturos.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, lagarta da soja, sobrevivência no inverno.

Introdução

A habilidade de sobreviver durante o inverno é uma importante característica a ser avaliada nos parasitóides de ovos, pois influencia no seu sucesso como agentes de controle biológico (Boivin 1994). Em condições adversas do ambiente, os insetos apresentam muitas vezes desaceleração ou interrupção em algum estágio do desenvolvimento, o que permite sua sobrevivência (Rossi 1997). Estas interrupções no desenvolvimento que ocorrem no inverno, quando os insetos são submetidos a temperaturas inferiores ao limiar térmico por eles suportado, é chamada hibernação (Mansingh 1971). Outras espécies porém não cessam seu desenvolvimento durante o inverno, utilizando-se de hospedeiros alternativos para garantir a sua sobrevivência neste período.

Geralmente as espécies de parasitóides de ovos que hibernam durante o inverno, passam por este período nos estágios imaturos dentro de seus hospedeiros (Rundle & Hoffmann 2003). No entanto, alguns hibernam no estágio adulto, como relatado para o encírtídeo *Ooencyrtus kuwanai* (Howard) (Griffiths & Sullivan 1978) e os scelionídeos *Telenomus californicus* Ashmead (Torgersen & Ryan 1981) e *Trissolcus biproruli* Giralt (James 1988). A hibernação neste estágio também foi verificada por Doetzer (2003) para *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead, na região sudeste do Paraná, Brasil.

Muitos estudos que visam o conhecimento dos mecanismos de sobrevivência de parasitóides de ovos durante o inverno têm como foco o gênero *Trichogramma*. Estes parasitóides podem apresentar diferentes estratégias de sobrevivência neste período, dependendo da região em que ocorrem, do hospedeiro que utilizam ou de

características que são intrínsecas à espécie. *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis hiberna no estágio pupal dentro do ovo hospedeiro (Burbutis *et al.* 1976, Curl & Burbutis 1977), o mesmo ocorrendo com *Trichogramma evanescens* Westwood (Zaslavski & Umarova 1982). Parker & Pinnell (1971) avaliaram duas espécies de *Trichogramma* na mesma região dos EUA, e concluíram que *T. evanescens* entra em diapausa durante o inverno emergindo no início da primavera em sincronia com seu hospedeiro (*Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)), enquanto que *Trichogramma minutum* Riley continua em atividade utilizando-se de hospedeiros alternativos. Esta estratégia também foi observada para *T. minutum* por Jennings & Houseweart (1983), para *Trichogramma pretiosum* Riley (López & Morrisson 1980) e *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Keller 1986). *Trichogramma funiculatum* Carver, segundo Rundle & Hoffmann (2003), entra em estado de quiescência ou adquire um lento desenvolvimento em resposta ao frio, no entanto não cessa seu desenvolvimento.

No Brasil, devido ao fato do clima predominante ser o tropical, estudos que visam o conhecimento da sobrevivência das espécies durante o inverno são escassos. Todavia, para a região subtropical do país estes estudos tornam-se relevantes, uma vez que o inverno é mais rigoroso em relação a outras regiões do país. A compreensão dos mecanismos de sobrevivência de *Trichogramma* durante o inverno pode ainda servir como base para estudos que visem a utilização da técnica de estocagem dos parasitóides para uso em programas de controle biológico aplicado.

T. pretiosum, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti são encontrados naturalmente parasitando ovos de

Anticarsia gemmatalis Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em campo (Capítulo I), e são espécies que se adaptam às temperaturas mais baixas (Capítulo II). O presente trabalho teve como objetivo compreender como estas três espécies sobrevivem na entressafra da soja durante o outono e o inverno, no sudeste do Paraná, quando seu hospedeiro natural, *A. gemmatalis*, não está em atividade.

Material e Métodos

O hospedeiro *A. gemmatalis* e os parasitóides de ovos *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi* foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo II.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, durante a entressafra da soja do ano de 2001, entre os meses de abril a setembro, em Curitiba, sudeste do Paraná. No início do mês de abril, 10 fêmeas de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi* foram individualizadas em tubos de ensaio e cada uma recebeu uma carteia contendo 30 ovos de *A. gemmatalis*, por um período de 24 horas a 21°C. Após o parasitismo, as fêmeas foram eliminadas e as posturas parasitadas foram transferidas para um abrigo telado, onde permaneceram expostas às condições naturais de temperatura e fotofase até a emergência dos adultos.

Os adultos emergidos foram mantidos em casa de vegetação, coletivamente em tubos de ensaio, a fim de se verificar a longevidade. A cada três dias, a alimentação com mel era repostada e registrava-se a mortalidade. Dos parasitóides

emergidos de cada espécie foram separadas 10 fêmeas as quais foram expostas a 30 ovos hospedeiros por 24 horas, com objetivo de se avaliar a capacidade de parasitismo e dar continuidade às gerações criadas em condições naturais.

Estes procedimentos foram repetidos a cada nova geração emergida, até o mês de setembro. Para cada geração foram avaliados o tempo de desenvolvimento, a percentagem de emergência, a longevidade e a capacidade de parasitismo dos parasitóides. As comparações estatísticas entre os tratamentos foram realizadas através da análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tomando-se como fatores de grupo as espécies, as gerações e o sexo no caso da longevidade. Os dados referentes às temperaturas ao longo do período avaliado foram obtidos junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar), cuja estação meteorológica situa-se a cerca de 300 metros do local onde os experimentos foram realizados.

Resultados e Discussão

As três espécies de *Trichogramma* avaliadas mantiveram-se em atividade ao longo do outono e inverno durante o ano de 2001, passando por um total de sete gerações no período entre abril e setembro. Apesar do desenvolvimento das espécies não cessar durante a entressafra, a duração dos estágios imaturos aumentou, resultando num menor número de gerações, comparando com as 12 gerações que ocorrem entre outubro e março. Este cálculo foi realizado tomando-se em conta a temperatura média registrada nestes meses (21°C) e o tempo que as espécies necessitam para se desenvolver nesta temperatura (Capítulo II). Rundle &

Hoffmann (2003) verificaram no sudeste da Austrália, que apenas duas gerações de *T. funiculatum* ocorrem durante o inverno.

Analisando-se as três espécies conjuntamente, a primeira geração (abril) levou estatisticamente menos tempo para se desenvolver, com cerca de 15 dias; as gerações seguintes levaram de 22 a 28 dias, com exceção da 4ª geração (junho) que apresentou um período de desenvolvimento significativamente superior (34 dias), devido à menor temperatura ocorrente no período nos meses de junho e julho (Fig.1).

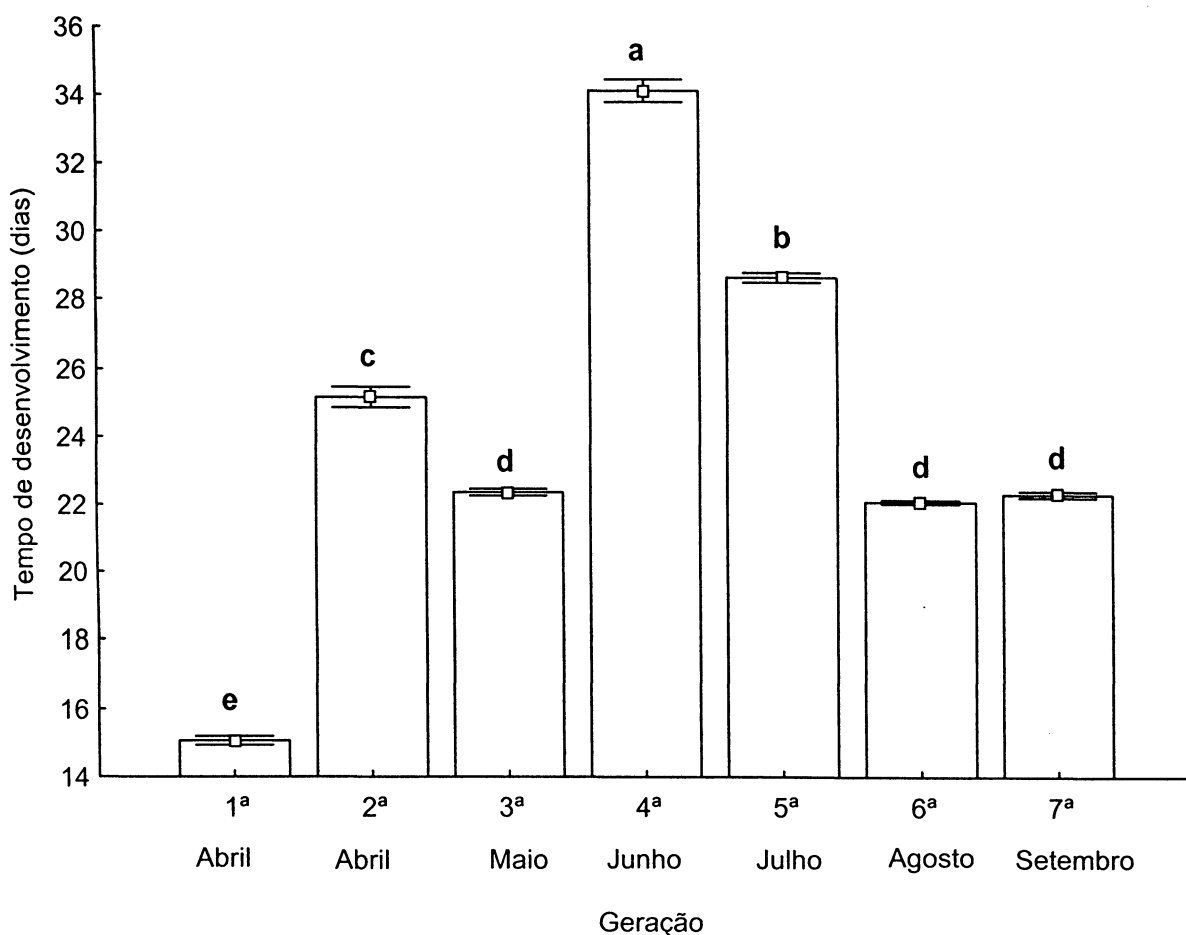


Figura 1. Tempo de desenvolvimento (Média ± E.P.) de *Trichogramma* em sete gerações ocorrentes entre os meses de abril a setembro de 2001, na região sudeste do Paraná.

Anova: F=4592,2; G.L.= 6,180; p=0,00

T. rojasi apresentou menor duração no desenvolvimento nos meses que precederam o inverno (14,3 e 23,0 dias nos meses de abril e maio, respectivamente), diferindo significativamente de *T. pretiosum* e *T. acacioi* (Tabela 1). No mês mais frio (junho), a espécie com desenvolvimento mais rápido foi *T. acacioi* com um ciclo evolutivo de 32,4 dias; nos meses de julho a setembro não houve diferenças entre as espécies (Tabela 1). Segundo Keller (1986) o tempo de desenvolvimento de *T. exiguum* durante o inverno na Carolina do Norte, EUA, variou de 56 a 127 dias. Rundle & Hoffmann (2003), no sudeste da Austrália, obtiveram tempo de desenvolvimento de 60 dias para as duas gerações de *T. funiculatum* que ocorreram durante o inverno. Os valores superiores obtidos para o tempo de desenvolvimento por esses autores, pode estar relacionado as menores temperaturas que caracterizam as regiões onde os trabalhos foram desenvolvidos.

Comparando-se as espécies, em condições naturais os índices de emergência variaram de 84,8% a 100%, havendo diferença significativa entre *T. rojasi* e as demais espécies somente nos meses de abril e maio (Tabela 1). Comparando-se cada espécie separadamente, *T. pretiosum* e *T. acacioi* não apresentaram diferenças significativas na emergência ao longo dos meses avaliados, enquanto que para *T. rojasi* estas diferenças foram observadas durante todo o período avaliado (Tabela 1). *T. exiguum* também emerge durante todo o inverno, mesmo em temperaturas abaixo de 9°C (Keller 1986). A percentagem de emergência de *T. pretiosum* variou de 77,5% a 98,3% durante o período de inverno, no Texas, USA, segundo os estudos de López & Morrison (1980).

Tabela 1: Média ($\pm$ E. P.) do tempo de desenvolvimento e percentagem de emergência de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra de soja do ano de 2001, na região sudeste do Paraná¹ (n=10).

Datas de parasitismo	Temperatura média (°C)	Geração	Tempo de desenvolvimento (dias)			Percentagem de emergência		
			<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>
Abril	19,9	1 ^a	15,3 $\pm$ 0,17 eA	15,5 $\pm$ 0,17 eA	14,3 $\pm$ 0,17 eB	99,1 $\pm$ 0,60 aA	99,8 $\pm$ 0,19 aA	86,7 $\pm$ 3,08 bcB
		2 ^a	26,7 $\pm$ 0,17 cA	26,0 $\pm$ 0,00 cA	23,0 $\pm$ 0,00 cB	98,5 $\pm$ 1,20 aA	99,7 $\pm$ 0,29 aA	97,0 $\pm$ 1,43 abB
Maio	14,8	3 ^a	22,8 $\pm$ 0,13 dA	22,0 $\pm$ 0,00 dB	22,3 $\pm$ 0,21 cdA	91,5 $\pm$ 4,51 aAB	97,7 $\pm$ 1,31 aA	84,8 $\pm$ 4,17 dB
Junho	14,3	4 ^a	36,4 $\pm$ 0,18 aA	32,4 $\pm$ 0,16 aC	33,7 $\pm$ 0,26 aB	96,2 $\pm$ 1,41 aA	90,8 $\pm$ 2,73 aA	86,4 $\pm$ 3,31 cdA
Julho	14,4	5 ^a	28,0 $\pm$ 0,00 bB	29,0 $\pm$ 0,00 bA	29,0 $\pm$ 0,33 bA	98,9 $\pm$ 1,05 aA	97,5 $\pm$ 1,02 aA	94,1 $\pm$ 2,98 abcA
Agosto	16,1	6 ^a	22,2 $\pm$ 0,13 dA	22,0 $\pm$ 0,00 dA	22,1 $\pm$ 0,10 dA	97,2 $\pm$ 1,44 aA	96,5 $\pm$ 1,23 aA	96,0 $\pm$ 1,76 abcA
Setembro	15,9	7 ^a	22,5 $\pm$ 0,17dA	22,0 $\pm$ 0,0 dA0	22,5 $\pm$ 0,19 cdA	99,6 $\pm$ 0,43 aA	100,0 $\pm$ 0,00 aA	100,0 $\pm$ 0,00 aA

Anova: Tempo de desenvolvimento: F=51,9; G.L.= 12,180; p= 0,000

Percentagem de emergência: F= 2,38; G.L.=12,180; p= 0,007

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P $\leq$ 0,05)

As maiores longevidades dos adultos foram registradas para os indivíduos que emergiram na 3ª geração da entressafra que ocorreu no mês de maio, quando os parasitóides sobreviveram em média mais de 50 dias (Fig. 2), sendo que fêmeas de *T. pretiosum* viveram em média 70 dias (Tabela 2). A longevidade média das fêmeas de *T. pretiosum* entre as gerações variou de 41,2 a 70,0 dias e estas foram significativamente mais longevas que fêmeas de *T. acacioi*, cuja variação foi de 30,2 a 51,7 dias. Fêmeas de *T. rojasi* sobreviveram significativamente menos do que as outras espécies, com a longevidade variando de 16,6 a 44,3 dias (Tabela 2). Para os machos, as diferenças entre as três espécies não foram tão evidentes, variando de 17,5 a 51,1 dias, 19,3 a 47,5 dias e 8,5 a 31,0 dias para *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi*, respectivamente, sendo na maioria dos casos *T. pretiosum* a espécie com maior longevidade (Tabela 2). Em todos os casos as fêmeas apresentaram maior longevidade que os machos, e as diferenças foram mais acentuadas nos meses mais quentes (Tabela 2).

Os resultados obtidos sob condições naturais seguem a mesma tendência dos resultados obtidos sob condições de temperatura constante em laboratório, com a longevidade aumentando à medida que diminuí a temperatura. Da mesma forma, as diferenças verificadas entre as espécies e os sexos estão em conformidade com os resultados obtidos em laboratório (Capítulo II)

Ao avaliar a longevidade de adultos de *T. exiguum* emergidos durante o inverno, na Carolina do Norte, EUA, Keller (1986) obteve médias que variaram de 22 a 26 dias para fêmeas e 4 a 14 dias para os machos. Para *T. funiculatum* a longevidade dos parasitóides emergidos no início do inverno na Austrália foi de 11,9

dias e para os emergidos no meio do inverno foi de 14,9 dias (Rundle & Hoffmann 2003).

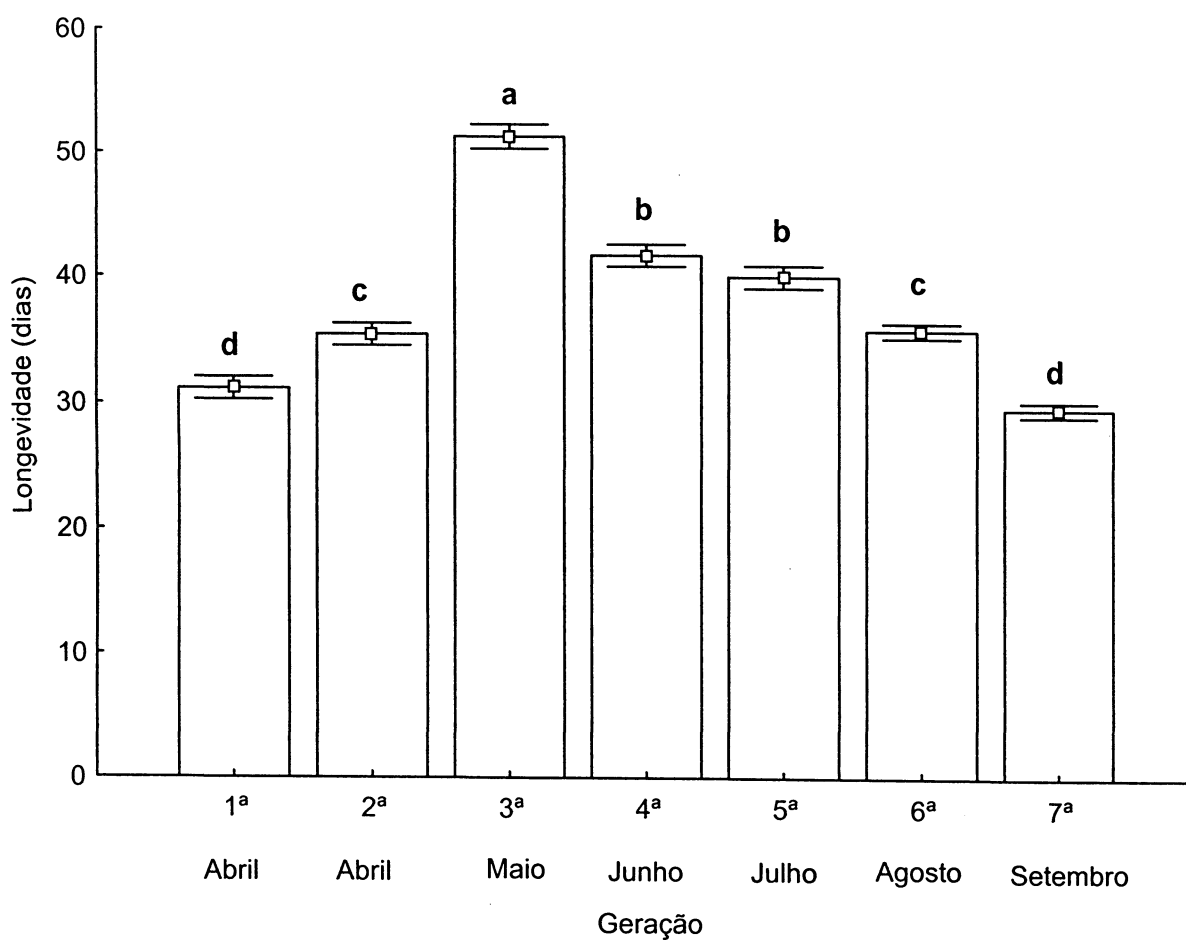


Figura 2. Longevidade média ($\pm$ E.P.), em dias, das três espécies de *Trichogramma* em sete gerações ocorrentes entre os meses de abril a outubro de 2001, na região sudeste do Paraná.

Anova: $F = 71,1$; G.L.=6,2814; $p = 0,00$

Tabela 2. Longevidade (Média $\pm$ E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná¹.

Mês de parasitismo	Temperatura média (°C)	Geração	Sexo	Longevidade (dias)					
				<i>T. pretiosum</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>	
Abril	19,9	1 ^a	♀	52,1 $\pm$ 1,87 bcA (100) ²	(5-85) ³	40,0 $\pm$ 0,59 cB (121)	(5-55)	16,6 $\pm$ 0,73 cdC (104)	(6-39)
			♂	22,7 $\pm$ 2,26 ghA (66)	(5-57)	23,7 $\pm$ 2,36 defA (35)	(5-43)	8,5 $\pm$ 0,44 dB (37)	(6-16)
		2 ^a	♀	57,2 $\pm$ 1,77 bA (116)	(14-86)	45,2 $\pm$ 1,25 bcB (128)	(7-70)	27,6 $\pm$ 0,36 cC (142)	(14-31)
			♂	17,5 $\pm$ 1,68 haA (68)	(4-58)	19,3 $\pm$ 1,78 fA (52)	(4-49)	15,7 $\pm$ 0,98 cA (30)	(7-24)
Maio	14,8	3 ^a	♀	70,0 $\pm$ 1,08 aA (67)	(33-87)	51,7 $\pm$ 1,18 aB (93)	(34-78)	30,7 $\pm$ 0,39 bcC (68)	(22-36)
			♂	51,1 $\pm$ 2,20 bcdA (29)	(28-68)	47,5 $\pm$ 1,82 abcAB (24)	(29-57)	31,0 $\pm$ 0,00 bcB (9)	(-)
Junho	14,3	4 ^a	♀	55,0 $\pm$ 1,09 bcA (113)	(29-78)	49,6 $\pm$ 1,15 abA (101)	(24-80)	24,6 $\pm$ 0,50 cB (67)	(18-32)
			♂	23,0 $\pm$ 2,31 ghB (25)	(6-41)	39,8 $\pm$ 1,88 cA (28)	(10-52)	18,3 $\pm$ 0,74 cdB (28)	(13-27)
Julho	14,4	5 ^a	♀	47,9 $\pm$ 2,03 cdeA (63)	(7-66)	43,0 $\pm$ 1,15 cA (111)	(11-67)	44,3 $\pm$ 1,99 aA (91)	(14-70)
			♂	20,8 $\pm$ 2,75 ghA (29)	(7-47)	30,1 $\pm$ 1,93 deA (41)	(11-48)	26,0 $\pm$ 3,06 cA (21)	(14-56)
Agosto	16,1	6 ^a	♀	44,0 $\pm$ 0,68 deA (93)	(36-64)	39,6 $\pm$ 0,64 cAB (97)	(13-55)	34,9 $\pm$ 1,21 bB (112)	(13-50)
			♂	32,3 $\pm$ 2,92 fgA (19)	(13-48)	26,7 $\pm$ 1,26 defA (51)	(13-43)	20,5 $\pm$ 1,64 cA (35)	(13-36)
Setembro	15,9	7 ^a	♀	41,2 $\pm$ 1,09 efA (91)	(12-55)	30,2 $\pm$ 0,65 dAB (110)	(17-45)	25,9 $\pm$ 1,50 cB (68)	(13-48)
			♂	19,4 $\pm$ 1,69 hA (39)	(12-45)	19,8 $\pm$ 0,94 efA (29)	(13-28)	26,8 $\pm$ 1,20 cA (87)	(13-41)

Anova: F= 5,49; G.L.=12,2814; p= 0,000

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p $\leq$ 0,05)

² Número de exemplares analisados

³ Intervalo de variação

Não houve interrupção na atividade reprodutiva das três espécies durante o outono/inverno, embora a capacidade de parasitismo tenha diminuído com o decréscimo da temperatura, corroborando os resultados de laboratório (Capítulo II). O número médio de ovos parasitados variou de 9,2 a 21,6, 12,5 a 23,9 e 8,2 a 22,4 para *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi*, respectivamente, sem diferenças significativas entre as três espécies em cada mês, exceto para as gerações que se desenvolveram nos meses de julho e agosto (Fig. 3). *T. acacioi* foi a espécie que apresentou menos decréscimo no parasitismo, tendo nos meses mais frios (junho e julho) as maiores médias de ovos parasitados (12,5 e 17,0, respectivamente) enquanto que as outras espécies sofreram redução de mais de 50% no parasitismo nestes meses (Fig. 3).

Fêmeas de *T. exiguum* parasitaram em média 28 a 47 ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) durante o período de inverno na Carolina do Norte, EUA, ocorrendo oviposição mesmo em temperaturas abaixo de 9°C, porém com significativa redução (Keller 1986). Segundo Rundle & Hoffmann (2003), *T. funiculatum* parasita com sucesso ovos de seu hospedeiro natural *Epiphyas postvittana* Walker (Lepidoptera: Tortricidae) durante o início e o meio do inverno em Victoria, Austrália (médias de 85,6% e 83,7% de parasitismo, respectivamente).

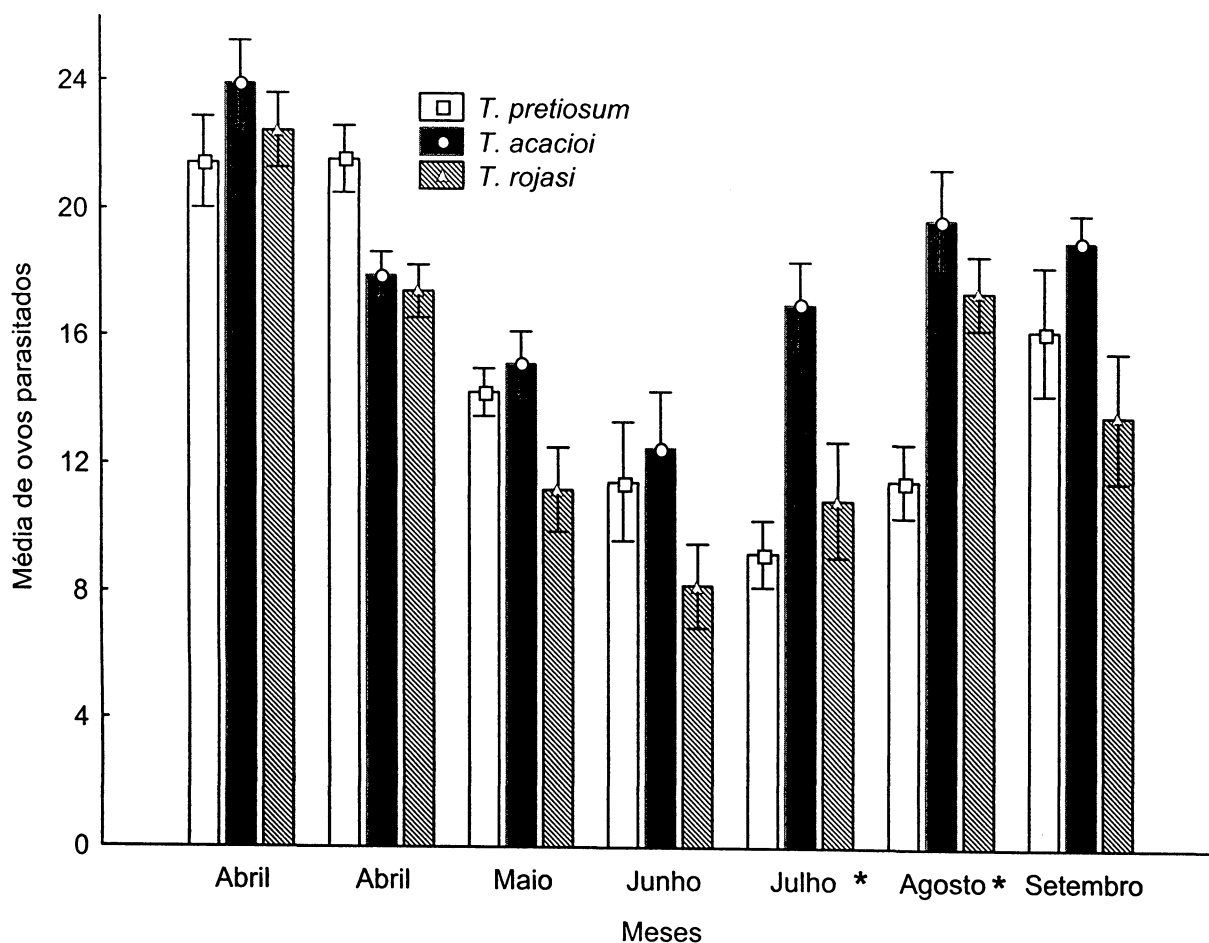


Figura 3. Média ($\pm$ E.P.) de ovos parasitados por *Trichogramma* criados em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná.

Anova: $F=3,17$; G.L.=12,180; $p=0,0004$

* Diferenças estatísticas entre as espécies.

O número de parasitóides produzidos foi proporcional à temperatura média vigente em cada geração, aumentando nos meses mais quentes (abril, agosto e setembro) e sendo produzidos significativamente menos parasitóides nos meses de maio, junho e julho (Fig. 4). O número de parasitóides emergidos por ovo hospedeiro para as três espécies durante todo o outono e inverno, não apresentou diferenças estatísticas, variando de 1,5 a 2,0 indivíduos por ovo hospedeiro.

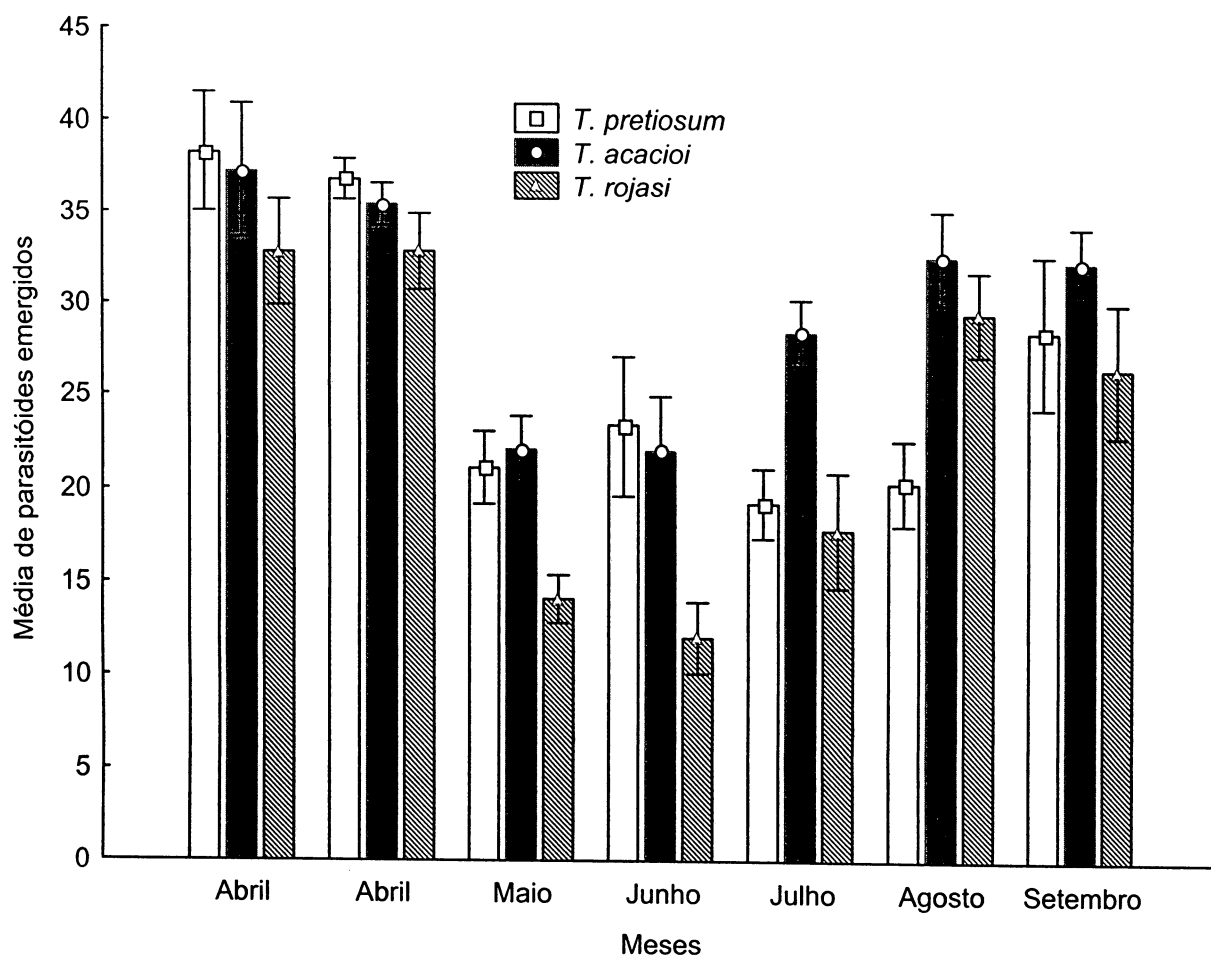


Figura 4. Média ($\pm$ E.P.) de *Trichogramma* emergidos em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná.

Anova: $F=2,09$; G.L.=12,180; $p=0,019$

A razão sexual não foi afetada pela temperatura e não diferiu entre as espécies, com exceção da progênie de *T. pretiosum* emergida na primeira geração de abril e dos descendentes de *T. acacioi* emergidos nas gerações de agosto e setembro, onde o número de fêmeas produzidas foi inferior aos outros tratamentos. (Fig. 5).

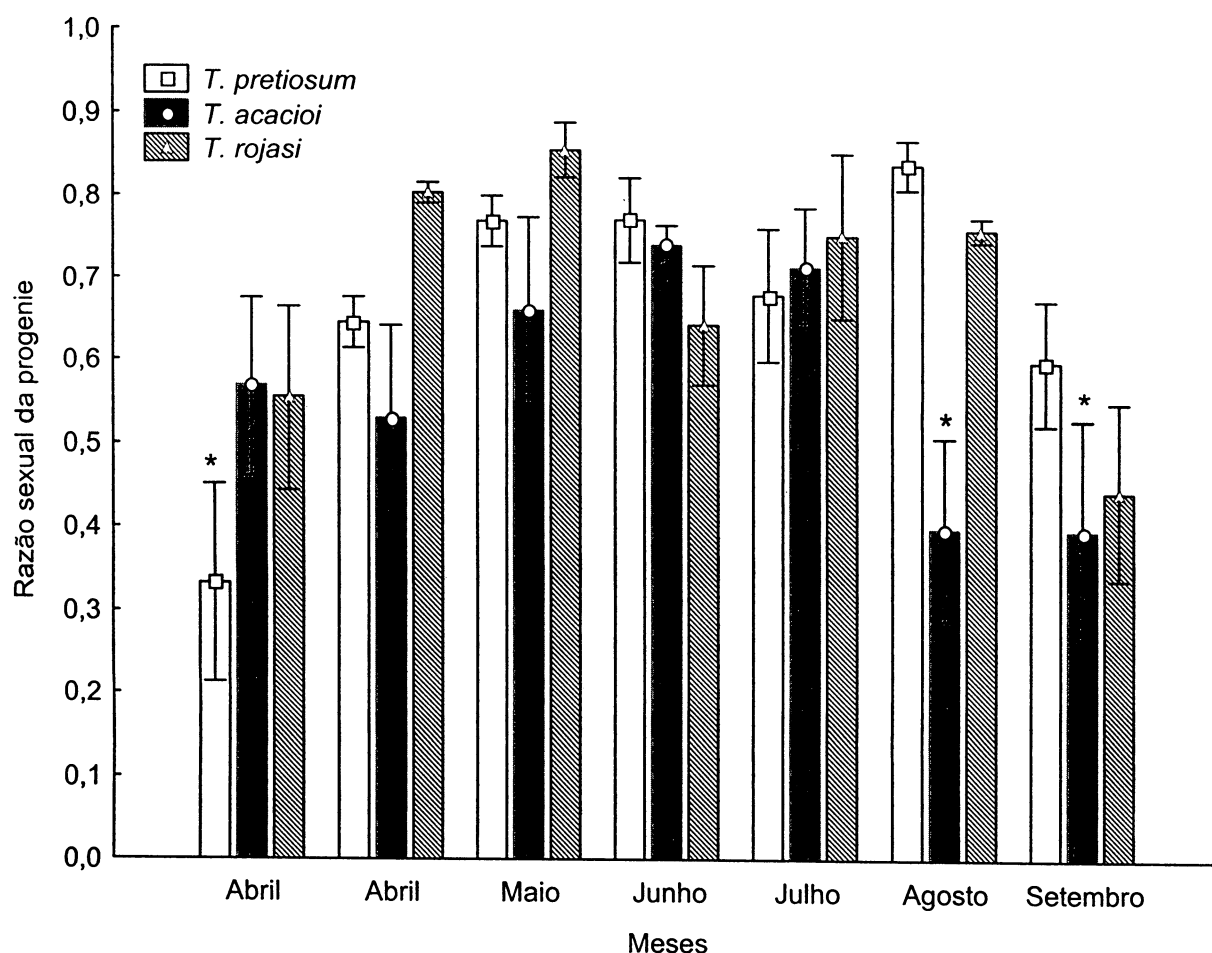


Figura 5. Razão sexual da progênie (Média $\pm$ E.P.) de *Trichogramma* em condições naturais durante a entressafra da soja de 2001, na região sudeste do Paraná.

Anova: $F=2,29$; G.L.=12,180; $p=0,009$

* Médias que apresentaram diferenças estatísticas.

Apesar do inverno no Sudeste do Paraná apresentar temperaturas médias entre 12° e 14°C, estas não inviabilizaram o desenvolvimento das espécies de *Trichogramma* avaliadas, sendo que os parasitóides permanecem em atividade durante a entressafra da soja, não tendo sido observado nenhum mecanismo de suspensão do desenvolvimento. Outras espécies de clima temperado, passam o período de inverno hibernando nos estágios pré-pupal ou pupal dentro de seus hospedeiros (Parker & Pinnell 1971, Burbutis *et al.* 1976, Curl & Burbutis 1977,

Zaslavski & Umarova 1982). Por outro lado, *T. funiculatum*, não cessa seu desenvolvimento, mas combina o lento desenvolvimento com o aumento na longevidade dos adultos, resultando em duas gerações durante o inverno (Rundle & Hoffmann (2003).

Por serem generalistas, as espécies estudadas devem sobreviver em hospedeiros alternativos presentes na natureza durante o inverno. Para *T. pretiosum* o mesmo mecanismo de sobrevivência foi verificado por López & Morrison (1980) no Texas, EUA, e por Jennings & Houseweart 1983 para *T. minutum*, que ocorre no nordeste dos USA e Canadá. Keller (1986) relatou a atividade de *T. exiguum* durante todo o período de inverno na Carolina do Norte, EUA, com a espécie utilizando ovos de vários noctúideos para sua sobrevivência, sendo o hospedeiro predominante *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae).

Apesar de não terem sido verificadas interrupções do desenvolvimento para as espécies de *Trichogramma* encontradas no sudeste do Paraná, o lento desenvolvimento das fases imaturas e a alta longevidade provocada pelas baixas temperaturas podem ser utilizados como meio de estocagem dos parasitóides para fins de produção em larga escala.

Literatura Citada

Boivin, G. 1994. Overwintering strategies of egg parasitoids, p. 219-244. In A. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. CAB International, 286p.

- Burbutis, P.P., G.D. Curl & C.P. Davis. 1976.** Overwintering of *Trichogramma nubilale* in Delaware. Environ. Entomol. 5: 888-890.
- Curl, G.D. & P.P. Burbutis. 1977.** The mode of overwintering of *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis. Environ. Entomol. 6: 629-632.
- Doetzer A. K. 2003.** Sobrevivência dos parasitóides de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) durante a entressafra da soja e sua eficiência após estocagem em baixas temperaturas. Universidade Federal do Paraná, Tese de doutorado, 144 p.
- Griffiths, K.J. & C.R. Sullivan. 1978.** The potential for establishment of the egg parasite *Ooencyrtus kuwanai* in Ontario populations of the gypsy moth. Can. Entomol. 110:633-638.
- James, D.G. 1988.** Fecundity, longevity and overwintering of *Trissolcus biproruli* Girault (Hymenoptera: Scelionidae) a parasitoid of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae). J. Aust. Entomol. Soc. 27: 297-301.
- Jennings, D.T. & M.W. Houseweart. 1983.** Parasitism of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) eggs by *Trichogramma minutum* and absence of overwintering parasitoids. Environ. Entomol. 12: 535-540.
- Keller, M. A. 1986.** Overwintering by *Trichogramma exiguum* in North Carolina. Environ. Entomol. 15: 659-661.
- López Jr. J.D. & R.K. Morrison. 1980.** Overwintering of *Trichogramma pretiosum* in Central Texas. Environ. Entomol. 9: 75-78.
- Mansingh, A. 1971.** Physiological classification of dormancies in insects. Can. Entomol. 103: 983-1009.

- Parker, F.D. & R.E Pinnel. 1971.** Overwintering of some *Trichogramma* spp. in Missouri. J. Econ. Entomol. 64: 80-81.
- Rossi, M.M. 1997.** As interrupções de desenvolvimento em *Trichogramma*. p. 151-172. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Rundle, B.J. & A.A. Hoffmann. 2003.** Overwintering of *Trichogramma funiculatum* Carver (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under semi natural conditions. Environ. Entomol. 32: 290-298.
- Torgersen, T.R. & R.B. Ryan. 1981.** Field biology of *Telenomus californicus* Ashmead, an important egg parasite of Douglas-fir tussock moth. Ann. Entomol. Soc. Am. 74: 185-186.
- Zaslavski, V.A. & T.Y. Umarova. 1982.** Photoperiodic and temperature control of diapause in *Trichogramma evanescens* Westw. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Entomol. Rev. 60: 1-12.

CAPÍTULO IV

**DESENVOLVIMENTO, LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE
Trichogramma pretiosum RILEY E *Trichogramma acacioi* BRUN,
MORAES & SOARES (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)
APÓS ESTOCAGEM DAS PUPAS EM BAIXA TEMPERATURA**

DEVELOPMENT, LONGEVITY AND REPRODUCTION OF *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* RILEY AND
TRICHOGRAMMA ACACIOI BRUN, MORAES & SOARES (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) AFTER STORAGE OF PUPAE IN LOW TEMPERATURE

ABSTRACT – Pupae of *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were reared at 21°C until either the beginning, middle or end of the pupal stage and then transferred to 4°C where they remained for either 30, 45 or 60 days before returning to 21°C to complete their development. The rates of adult emergence, ovipositional capacity and longevity were compared among the combinations, as well as between two host species evaluated, one active during summer, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), and the other found during winter in South-eastern Paraná State, *Mythimna sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). A suitable method to store *T. pretiosum* and *T. acacioi* for large scale production purpose resulted from the combination of using *M. sequax* eggs, transferred to the low temperature one day after the start of the pupal stage. Pupal development is halted when kept at 4°C and is immediately resumed after returning to 21°C. All parameters evaluated were inversely related to the storage period and pupal age at the time of transference to the low temperature. More than 70% of adult emergence was obtained when *T. pretiosum* were transferred to 4°C either at the beginning or in the middle of the pupal stage and remained at the low temperature for 30 days. For *T. acacioi* best results were obtained only when the parasitized eggs were transferred to 4°C at the beginning of the pupal stage. Storage of 45 and 60 days resulted in a reduction of two to four times in the adult emergence, respectively. Both longevity and parasitism capacity were improved when the parasitoids were reared on eggs of *M. sequax*. It is concluded that the best conditions for the mass production of *T. pretiosum* and *T. acacioi* using low temperature to delay development is to transfer the parasitoids reared on eggs of *M. sequax* on the day after the beginning of the pupal stage and to keep them for 30 days under 4°C.

KEY WORDS: Insecta, egg parasitoids, cold storage, mass production.

RESUMO – Pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foram criadas a 21°C até o início, meio e fim do estágio pupal e foram então transferidas para 4°C onde permaneceram por 30, 45 e 60 dias, antes de retornar para 21°C para completar seu desenvolvimento. O índice de adultos emergidos, capacidade reprodutiva e longevidade foram comparados entre as combinações e também entre dois hospedeiros avaliados, um de atividade durante o verão, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), e outro encontrado durante o inverno no sudeste do Paraná, *Mythimna sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). O método mais adequado para a estocagem de *T. pretiosum* e *T. acacioi* para a produção em larga escala foram obtidos da combinação usando ovos de *M. sequax* e da transferência dos ovos parasitados para baixa temperatura no início do estágio pupal. As espécies avaliadas cessam completamente seu desenvolvimento quando transferidas para 4°C e o retomam imediatamente após o retorno para 21°C. Todos os parâmetros avaliados foram inversamente proporcionais ao tempo de permanência a 4°C, assim como à idade da pupa por ocasião da transferência para baixa temperatura. Índices de emergência acima de 70% foram obtidos quando *T. pretiosum* foi transferido para 4°C no início e no meio do estágio pupal e aí permaneceram por 30 dias, enquanto que para *T. acacioi* este índice foi observado apenas quando os parasitóides foram transferidos no início do estágio pupal. A estocagem por 45 e 60 dias reduziu os índices de emergência em cerca de duas e quatro vezes, respectivamente. A longevidade e a capacidade de parasitismo foram superiores quando os parasitóides foram provenientes de ovos de *M. sequax*. Conclui-se que a melhor condição para a produção massal de *T. pretiosum* e *T. acacioi* usando a baixa temperatura para prolongar o desenvolvimento é transferir os parasitóides criados em ovos de *M. sequax* no início do estágio pupal para 4°C, mantendo nesta temperatura por cerca de 30 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóides de ovos, estocagem, produção massal, lagarta da soja.

Introdução

A produção de inimigos naturais em larga escala é um dos pontos fundamentais para a sua utilização em programas de controle biológico aplicado. Em escala comercial, as espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são produzidas através da utilização de ovos hospedeiros alternativos, como lepidópteros que atacam grãos armazenados (Parra 1997, Hassan 1997).

Além do uso de hospedeiros alternativos, a estocagem em baixas temperaturas pode ser uma alternativa viável para a produção de *Trichogramma* spp. (Boivin 1994), principalmente para as espécies e linhagens provenientes de regiões mais frias, as quais podem apresentar características que permitam maior resistência a estas condições. Este procedimento possibilita vantagens como a sincronização no tempo de desenvolvimento dos parasitóides com seus hospedeiros, maior estabilidade genética das populações devido ao menor número de gerações, facilidade de transporte do agente e a manutenção dos parasitóides produzidos durante o período de entressafra (Boivin 1994, Rossi 1997).

Pesquisas sobre o emprego de baixas temperaturas para a produção de espécies de *Trichogramma* vêm sendo realizadas em diversos países (Stinner *et al.* 1974, Curl & Burbutis 1977, Voegelé *et al.* 1988, Jalali & Singh 1992, Laing & Corrigan 1995, Ventura Garcia *et al.* 2002). Esta técnica vem se mostrando viável, sendo aplicada comercialmente em alguns países, como na produção de *Trichogramma maidis* Pintureau & Voegelé, mantido durante todo o ano estocado a -6°C (Boivin 1994).

Stinner *et al.* (1974) relataram que a estocagem de *Trichogramma pretiosum* Riley entre 4 e 10 dias a 16,7°C não causa a redução na percentagem de emergência do parasitóide. Ao avaliarem diferentes espécies de *Trichogramma*, Jalali & Singh (1992) obtiveram os melhores resultados estocando os parasitóides a 10°C por até 49 dias. Laing & Corrigan (1995) prolongaram o desenvolvimento de *Trichogramma minutum* Riley por aproximadamente três meses a 2°C. Ventura Garcia *et al.* (2002) conseguiram a estocagem de *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello por até seis meses a 3°C, após um período de 30 a 45 dias de pré-estocagem a 10°C. Van Schelt & Ravensberg (1991) compararam em laboratório e em campo a emergência e a fecundidade entre *T. maidis* diapausantes com aqueles mantidos em temperatura constante.

No Brasil, pesquisas sobre a possibilidade do uso de baixas temperaturas para a produção de parasitóides são escassas. Em Scelionidae, Doetzer (2003) manteve *Trissolcus basalis* (Wollaston) em hibernação no estágio adulto por seis meses, sem redução na capacidade reprodutiva do parasitóide. Para *Trichogramma*, os estudos restringem-se ao trabalho de Schmidt (1991) (*apud* Rossi 1997) que induziu a interrupção no desenvolvimento de *Trichogramma galloi* Zucchi e *T. pretiosum*, porém as espécies demonstraram perda de suas características biológicas.

As espécies de *Trichogramma* no sudeste do Brasil não cessam seu desenvolvimento durante o inverno, porém este é significativamente prolongado (Capítulo III). Os parasitóides encontrados nesta região podem possuir características que possibilitem a sua sobrevivência em baixas temperaturas, o que seria importante sob o ponto de vista de sua produção.

Neste capítulo avaliou-se a possibilidade de se prolongar o tempo de desenvolvimento de *T. pretiosum* e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares através da estocagem de pupas à 4°C por diferentes períodos. Desta forma procurou-se investigar o efeito da estocagem na emergência, longevidade e capacidade de parasitismo das espécies. Visto que a tolerância de *Trichogramma* às baixas temperaturas pode ser influenciada pelo hospedeiro (Laing & Corrigan 1995), comparou-se duas espécies de lepidópteros (Noctuidae) como hospedeiros para a utilização na estocagem das espécies, uma de ocorrência no verão, *Anticarsia gemmatalis* Hübner e outra com atividade durante o inverno *Mythimna sequax* Franclemont.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES – O hospedeiro *A. gemmatalis* e os parasitóides *T. pretiosum* e *T. acacioi* foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo II.

A criação de *M. sequax* foi conduzida em câmara climatizada à $21^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 5\%$. Os adultos foram mantidos em gaiola de madeira revestidas com tela de náilon, a qual possuía em seu interior tiras de papel de seda dobradas para que ocorressem as oviposições. A alimentação constituiu de mel diluído em água destilada à razão de 10%. Duas vezes por semana cerca de 100 ovos foram selecionados para a manutenção da criação. Estes

foram mantidos em placa de Petri, e um dia antes da eclosão das lagartas foram transferidos para garrafas plásticas (tipo pet) contendo no interior ramos de capim quicuí. Ao atingirem o estágio de pré-pupa, as lagartas foram retiradas e individualizadas em potes de polietileno e assim mantidas até empuparem. As pupas foram colocadas em placas de Petri contendo papel filtro umedecido, e transferidas para as gaiolas de criação para a emergência dos adultos.

ESTOCAGEM DOS PARASITÓIDES - Ovos de *A. gemmatilis* e *M. sequax* foram parasitados por fêmeas de *T. pretiosum* e *T. acacioi* à $21^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (20 ovos hospedeiros/ fêmea de parasitóide). Os ovos parasitados foram mantidos a 21°C por oito, dez e 12 dias, período em que os parasitóides encontravam-se no início, meio e fim do estágio pupal, respectivamente. Através de dissecações dos ovos parasitados, constatou-se que *T. pretiosum* e *T. acacioi* atingem o estágio pupal 8 dias após o parasitismo e permanecem nesta fase até 12 dias após o parasitismo. Após permanecerem a 21°C pelos períodos estipulados, os ovos parasitados foram transferidos para refrigerador à $4^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram por 30, 45 e 60 dias (tempos de estocagem), e em seguida retornaram para 21°C a fim de se avaliar a emergência dos adultos. Foram realizadas quatro repetições por tratamento (quatro cartelas com 20 ovos/tempo de desenvolvimento a 21°C /tempo de permanência a 4°C / hospedeiro).

Após a emergência, os parasitóides foram mantidos conjuntamente a 21°C em tubos de ensaio, recebendo mel duas vezes por semana com o objetivo de se avaliar a longevidade dos adultos.

Nos tratamentos em que a emergência foi superior a 25%, entre cinco e dez fêmeas foram individualizadas, um dia após a emergência, às quais foram ofertados 20 ovos de *A. gemmatalis* durante dois dias, a fim de se avaliar a capacidade de oviposição. Um tratamento testemunha foi realizado com fêmeas que se desenvolveram e emergiram na temperatura de 21°C.

Para cada espécie de parasitóide os dados foram submetidos a análise de variância a três critérios de classificação utilizando o modelo fatorial completo e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tomando-se como fatores o hospedeiro, o tempo de permanência a 21°C e o tempo de estocagem a 4°C. As comparações entre as duas espécies e entre a longevidade de machos e fêmeas de cada espécie foram realizadas através do teste "t" ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Após o retorno para 21°C, *T. pretiosum* necessitou de cinco, três e um dia para completar o seu desenvolvimento após a estocagem a 4°C, quando os parasitóides foram transferidos com oito, dez e 12 dias de desenvolvimento a 21°C, respectivamente (Tabela 1). Para *T. acacioi* este período foi de seis, quatro e dois dias, respectivamente (Tabela 1). O período de desenvolvimento prévio a 21°C, quando somado ao tempo de desenvolvimento necessário para as espécies emergirem após a sua estocagem, resulta na duração do ciclo evolutivo de espécies que são mantidas constantemente na temperatura de 21°C, que é de 12,9 dias para *T. pretiosum* e 13,9 dias para *T. acacioi* (Capítulo II). Estes resultados demonstram

que as espécies cessam seu desenvolvimento quando transferidas para a baixa temperatura.

Tabela 1. Tempo necessário para emergência de *T. pretiosum* e *T. acacioi*, após estocagem em baixa temperatura, quanto os parasitóides foram transferidos para 4°C no início (8 dias), no meio (10 dias) e ao fim (12 dias) do estágio pupal.

Parasitóide	Tempo de desenvolvimento a 21°C	Tempo de estocagem a 4°C	Tempo para emergência após o retorno para 21°C
<i>T. pretiosum</i>	8 dias	30 dias	5 dias
	10 dias	45 dias	3 dias
	12 dias	60 dias	1 dia
<i>T. acacioi</i>	8 dias	30 dias	6 dias
	10 dias	45 dias	4 dias
	12 dias	60 dias	2 dias
<i>T. pretiosum</i> mantidos constantemente a 21°C			12,9 dias
<i>T. acacioi</i> mantidos constantemente a 21°C			13,9 dias

A interrupção no desenvolvimento das espécies quando transferidas para 4°C é esperada, visto que a temperatura base calculada foi de 9,6°C para *T. pretiosum* e 8,1°C para *T. acacioi* (Capítulo II). No entanto, a temperatura de 4°C não foi letal aos parasitóides, e em todos os tratamentos ocorreu a emergência de adultos, com exceção de *T. acacioi* quando transferidos para 4°C no fim do estágio pupal e que aí permaneceram por 60 dias (Tabela 2).

A percentagem de emergência dos dois parasitóides decresceu conforme um maior período de permanência a 4°C, assim como em relação ao aumento da idade

da pupa por ocasião da transferência para baixa temperatura (Tabela 2). Para *T. pretiosum* os índices de emergência foram superiores a 70% quando os parasitóides foram transferidos para 4°C no início e no meio do estágio pupal e quando aí permaneceram por até 30 dias (Tabela 2). No entanto, o maior índice de emergência foi obtido quando parasitóides provenientes de ovos de *M. sequax* foram transferidos para 4°C no início do estágio de pupa e permaneceram estocados por 30 dias, com 100% de emergência. A permanência de *T. pretiosum* na baixa temperatura por 45 e 60 dias reduziu os índices de emergência em cerca de duas e quatro vezes, respectivamente, com exceção dos parasitóides que foram transferidos no início do estágio pupal e que foram provenientes de ovos de *M. sequax* (Tabela 2).

T. acacioi foi menos tolerante à estocagem a 4°C, sendo que casos de emergência superiores a 70% foram observados quando os parasitóides foram transferidos para 4°C no início do desenvolvimento pupal e permaneceram por 30 dias e quando provenientes de ovos de *M. sequax* e transferidos no fim do estágio pupal (Tabela 2). Os demais índices de emergência foram significativamente inferiores a estes tratamentos.

A transferência dos parasitóides para a baixa temperatura no fim do estágio pupal reduziu significativamente a emergência dos adultos, independente do tempo de estocagem, com exceção de *T. acacioi* provenientes de ovos de *M. sequax*, os quais produziram índices superiores de emergência quando estocados ao fim do estágio pupal em comparação aos estocados no meio do estágio (Tabela 2).

A relação inversa entre o tempo de estocagem e emergência foi igualmente constatada para outras espécies de *Trichogramma* (Curl & Burbutis 1977, Jalali & Singh 1992, Laing & Corrigan 1995). No entanto, os índices de emergência podem

ser aumentados quando se proporcionam períodos de pré-estocagem em temperaturas mais altas do que aquelas a que os parasitóides serão submetidos. Laing & Corrigan (1995) conseguiram manter pré-pupas de *T. minutum* estocadas por 70 dias a 2°C, com 80% de emergência, após manterem os parasitóides previamente a 15°C por 46 dias. Ventura Garcia *et al.* (2002) obtiveram índices de emergência acima de 50% e 90%, após a estocagem de *T. cordubensis* por 180 dias a 3°C, quando pré-pupas do parasitóide passaram por um período de pré-estocagem de 45 dias a 7° e 10°C, respectivamente.

Diferenças na emergência entre espécies de Trichogrammatidae, estocadas em baixas temperaturas, também foram verificadas por Jalali & Singh (1992), que obtiveram mais de 70% de emergência para *Trichogramma achaeae* Nagaraja & Nagarkatti e *Trichogrammatoidea eldanae* Viggiani estocados por 28 dias a 5°C, em comparação a *Trichogramma chilonis* Ishii e *Trichogramma japonicum* Ashmead, que tiveram índices de emergência de 55,2% e 10,2%, respectivamente.

A razão sexual não foi significativamente afetada pela estocagem, variando entre cerca de 0,70 para *T. pretiosum* e 0,60 para *T. acacioi*. No entanto os machos foram mais afetados pela permanência a 4°C, uma vez que em alguns casos ocorreu a emergência exclusiva de fêmeas (Tabela 2).

Tabela 2. Percentagem de emergência e razão sexual de *T. pretiosum* e *T. acacioi* estocados por diferentes períodos a 4°C, após 8, 10 e 12 dias de desenvolvimento a 21°C (Média ± E.P.)¹.

Hospedeiro	Tempo a 21°C (dias)	Tempo a 4°C (dias)	Percentagem de emergência		Razão sexual ² (NS)	
			<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
<i>A. gemmatalis</i>	8	30	75,4 ± 5,67 Aab	75,3 ± 6,27 Aab	0,83 ± 0,09	0,62 ± 0,25
		45	38,3 ± 5,39 Acde	46,6 ± 10,62 Abcd	0,77 ± 0,05	0,50 ± 0,36
		60	13,0 ± 5,30 Adef	16,9 ± 3,77 Aefg	1,00 ± 0,00	0,60 ± 0,20
	10	30	77,3 ± 2,57 Aab	15,5 ± 6,10 Befg	0,83 ± 0,01	0,79 ± 0,28
		45	28,2 ± 6,69 Acdef	4,4 ± 1,78 Bfg	0,83 ± 0,08	0,67 ± 0,33
		60	6,1 ± 2,14 Af	2,6 ± 1,63 Afg	1,00 ± 0,00	0,50 ± 0,50
	12	30	42,9 ± 8,02 Acd	31,9 ± 3,43 Adefg	0,77 ± 0,05	0,30 ± 0,15
		45	7,4 ± 1,56 Aef	1,6 ± 0,91 Bfg	0,75 ± 0,25	1,00 ± 0,00
		60	1,5 ± 1,48 Af	0,0 ± 0,00 Ag	1,00 ± 0,00	-
<i>M. sequax</i>	8	30	100,0 ± 0,00 Aa	86,3 ± 5,35 Aa	0,39 ± 0,20	0,83 ± 0,01
		45	90,0 ± 4,81 Aa	65,6 ± 10,98 Aabc	0,72 ± 0,13	0,75 ± 0,08
		60	77,0 ± 5,66 Aab	56,1 ± 4,19 Babcd	0,86 ± 0,02	0,87 ± 0,10
	10	30	82,2 ± 11,26 Aab	33,9 ± 5,80 Bcdef	0,74 ± 0,08	0,81 ± 0,19
		45	49,4 ± 11,72 Abc	16,9 ± 4,49 Befg	0,84 ± 0,09	0,84 ± 0,17
		60	24,3 ± 13,94 Acdef	0,0 ± 0,00 Ag	0,61 ± 0,14	-
	12	30	16,1 ± 7,14 Bcdef	80,1 ± 8,33 Aab	0,50 ± 0,50	0,80 ± 0,00
		45	5,3 ± 1,04 Bf	61,7 ± 8,32 Aabcd	1,00 ± 0,00	0,67 ± 0,07
		60	1,6 ± 0,78 Af	13,5 ± 8,14 Aefg	1,00 ± 0,00	0,33 ± 0,27

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas (teste Tukey) e maiúscula nas linhas (teste t), não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$).

² n° de fêmeas/n° de machos + n° de fêmeas. NS = valores sem diferença estatística.

A longevidade dos adultos, da mesma forma que a emergência, foi inversamente proporcional ao tempo em que os parasitóides permaneceram estocados e mais tarde foram transferidos para 4°C, sendo superior a 20 dias para parasitóides provenientes de ovos de *M. sequax* que foram transferidos para 4°C com oito dias de desenvolvimento e permaneceram estocados por até 45 dias. A longevidade das fêmeas foi, na maioria dos casos, superior à dos machos. Com relação às espécies de parasitóides, a longevidade foi semelhante para *T. pretiosum* e *T. acacioi* (Tabela 3). Na maioria dos casos, a longevidade obtida foi superior à encontrada para parasitóides mantidos constantemente na temperatura de 21°C (Capítulo II), a qual foi de 11,7 e 11,6 dias para fêmeas e machos de *T. pretiosum*, respectivamente e 8,9 e 10,0 dias para fêmeas e machos de *T. acacioi*, respectivamente. Esta média superior da longevidade encontrada para parasitóides estocados em relação aos não estocados (Capítulo II) deve estar relacionada à metodologia utilizada, onde em temperatura constante de 21°C, os parasitóides foram mantidos em número de dois casais por tubo de ensaio, e não conjuntamente como realizado nesta avaliação. Segundo Jalali & Singh (1992), a longevidade das espécies de *Trichogramma* estocadas por 14, 21 e 28 dias a 2°, 5° e 10°C, respectivamente, não diferiu significativamente daquela obtida quando os adultos foram mantidos constantemente a 26°C; no entanto, a manutenção por mais tempo nestas temperaturas provocou um decréscimo drástico na longevidade das espécies.

Tabela 3. Longevidade de fêmeas e machos de *T. pretiosum* e *T. acacioi* emergidos de ovos estocados por diferentes períodos a 4°C, no início (8 dias), no meio (10 dias) e no fim (12 dias) do estágio pupal (Média ± E.P.)¹.

Hospedeiro	Tempo a 21°C	Tempo a 4°C	Longevidade (dias)											
			<i>T. pretiosum</i>						<i>T. acacioi</i>					
			Fêmeas	N	I.V. ²	Machos	N	I.V. ²	Fêmeas	N	I.V. ²	Machos	N	I.V. ²
<i>A. gemmatalis</i>	8 dias	30 dias	16,2 ± 1,65 Ab	25	4-30	13,4 ± 1,18 Aabc	23	4-26	14,8 ± 1,80 Abc	13	7-26	9,7 ± 0,98 Bab	44	2-24
		45 dias	8,5 ± 1,25 Ab	22	4-20	6,0 ± 1,56 Ac	9	4-18	12,9 ± 3,92 Abc	7	2-30	8,1 ± 1,06 Abc	33	2-24
		60 dias	8,2 ± 2,60 b	11	4-27	- ³	- ³	- ³	9,9 ± 1,63 Abc	13	2-19	5,8 ± 2,40 Abc	5	2-15
	10 dias	30 dias	17,7 ± 1,48 Ab	32	4-33	17,6 ± 2,05 Aab	18	4-30	3,7 ± 1,67 ⁴	3	2-7	9,2 ± 2,44 abc	5	2-17
		45 dias	10,7 ± 1,47 Ab	18	4-22	4,8 ± 0,80 Ac	5	4-8	6,7 ± 1,67 ⁴	3	5-10	10,0 ± 2,00 ⁴	2	8-12
		60 dias	9,3 ± 1,99 b	6	4-17	- ³	- ³	- ³	16,0 ± 0,00 ⁴	1	-	6,0 ± 0,00 ⁴	1	6-6
	12 dias	30 dias	12,8 ± 2,42 Ab	11	3-25	12,0 ± 2,30 Aabc	7	3-18	2,0 ± 0,00 ⁴	2	2-2	5,8 ± 1,03 bc	20	2-17
		45 dias	22,0 ± 3,83 ab	5	14-31	23,0 ± 2,00 ⁴	2	21-25	6,5 ± 1,50 ⁴	2	5-8	- ³	- ³	- ³
		60 dias	16,0 ± 0,00 ⁴	1	-	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³
<i>M. sequax</i>	8 dias	30 dias	21,3 ± 2,52 Aab	18	6-40	18,2 ± 1,00 Aa	63	2-29	24,2 ± 0,77 Aa	61	3-37	17,9 ± 0,91 Ba	36	3-26
		45 dias	24,9 ± 1,28 Aa	48	5-41	15,6 ± 1,51 Bab	22	5-27	25,3 ± 1,59 Aa	25	12-36	15,9 ± 0,84 Ba	33	4-22
		60 dias	17,9 ± 2,56 Aab	18	4-34	11,7 ± 1,59 Bbc	31	4-28	15,9 ± 1,45 Ab	28	1-28	6,3 ± 2,97 Bbc	6	1-21
	10 dias	30 dias	16,9 ± 3,04 Ab	16	2-37	18,7 ± 1,34 Aa	27	2-29	3,0 ± 0,00 ⁴	4	3-3	4,8 ± 1,21 bc	18	3-23
		45 dias	20,7 ± 3,49 Aab	6	11-33	17,4 ± 0,90 Aab	43	5-27	2,0 ± 0,00 Ac	6	2-2	3,2 ± 1,22 Ac	18	2-24
		60 dias	15,6 ± 1,67 Ab	10	5-25	9,3 ± 1,44 Bbc	7	5-15	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³
	12 dias	30 dias	2,0 ± 0,00 ⁴	1	-	15,5 ± 2,70 abc	10	2-26	7,5 ± 1,30 Abc	11	3-16	5,8 ± 0,51 Abc	38	3-16
		45 dias	9,3 ± 2,80 b	7	5-22	- ³	- ³	- ³	10,1 ± 1,13 Abc	16	2-17	3,9 ± 0,07 Bc	38	2-4
		60 dias	5,0 ± 0,00 ⁴	2	5-5	- ³	- ³	- ³	4,1 ± 1,26 Abc	7	1-11	4,3 ± 0,37 Abc	22	1-8

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas (teste Tukey) e maiúscula nas linhas dentro de cada espécie (teste t), não diferem estatisticamente entre si (p≤0,05).

² Intervalo de variação.

³ Longevidade não avaliada devido ao número reduzido de parasitóides emergidos.

⁴ Não foi realizada análise estatística devido ao número de repetições (N) ser menor que cinco.

Da mesma forma que a percentagem de emergência e a longevidade, a capacidade de parasitismo foi inversamente proporcional à idade das pupas por ocasião de sua transferência para 4°C, assim como ao tempo de permanência na baixa temperatura. Parasitóides obtidos de ovos de *M. sequax* apresentaram maior capacidade de oviposição do que aqueles originados de ovos de *A. gemmatalis*, sendo no caso de *T. pretiosum* os resultados estatisticamente iguais à testemunha (Tabela 4). Para *T. acacioi*, apenas parasitóides desenvolvidos em ovos de *M. sequax* transferidos a 4°C aos oito dias após o parasitismo e que permaneceram nesta temperatura por 30 dias apresentaram taxa de parasitismo estatisticamente igual à testemunha. Nos demais tratamentos, a capacidade de parasitismo de fêmeas de *T. acacioi* foi significativamente inferior à testemunha (Tabela 4).

Segundo Jalali & Singh (1992), a fecundidade de *Trichogramma* foi grandemente reduzida conforme mais tempo os parasitóides ficaram estocados; a estocagem a 2°C por mais de 14 dias reduziu em cerca de 50% a fecundidade de *T. achaeae*, *T. chilonis* e *T. eldanae*, enquanto que para *T. japonicum* esta redução foi obtida a partir de 28 dias de estocagem. Para *T. maidis*, Van Schelt & Ravensberg (1991) não encontraram diferenças significativas no número de ovos parasitados por fêmeas estocadas e não estocadas.

Tabela 4. Média ($\pm$ EP) de ovos parasitados a 21°C, por fêmea de *T. pretiosum* e *T. acacioi* após diferentes períodos de estocagem no estágio pupal a 4°C.

Hospedeiro	Tempo a 21°C (dias)	Tempo a 4°C (dias)	Média de ovos parasitados ¹	
			<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
<i>A. gemmatalis</i>	8	30	11,0 $\pm$ 2,08 Aabc	1,3 $\pm$ 0,52 Bcd
		45	3,2 $\pm$ 1,98 Ac	0,0 $\pm$ 0,00 Ad
		60	_ ³	_ ³
	10	30	7,2 $\pm$ 2,52 Abc	2,3 $\pm$ 1,44 Acd
		45	3,0 $\pm$ 2,07 c	_ ³
		60	_ ³	_ ³
	12	30	7,0 $\pm$ 2,05 Abc	1,0 $\pm$ 0,58 Ad
		45	_ ³	_ ³
		60	_ ³	_ ³
	Testemunha ²		15,0 $\pm$ 1,12 Aa	13,9 $\pm$ 1,16 Aa
<i>M. sequax</i>	8	30	12,8 $\pm$ 1,30 Aab	10,4 $\pm$ 0,40 Aabc
		45	13,4 $\pm$ 1,27 Aab	7,4 $\pm$ 1,01 Babcd
		60	9,6 $\pm$ 1,51 Aabc	1,1 $\pm$ 0,35 Bd
	10	30	12,0 $\pm$ 1,73 Aab	2,4 $\pm$ 1,94Bcd
		45	8,8 $\pm$ 1,67 abc	_ ³
		60	_ ³	_ ³
	12	30	8,0 $\pm$ 1,00 Aabc	4,2 $\pm$ 1,53 Abcd
		45	_ ³	2,3 $\pm$ 0,62 cd
		60	_ ³	_ ³
	Testemunha ²		15,0 $\pm$ 0,88 Aa	12,6 $\pm$ 0,62 Bab

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas (teste Tukey) e maiúscula nas linhas (teste t), não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$).

² Fêmeas desenvolvidas e mantidas a 21°C.

³ Reprodução não avaliada devido ao número reduzido de parasitóides emergidos.

Ovos de *M. sequax* mostraram-se mais eficientes como hospedeiros para os parasitóides, uma vez que para quase todos os casos, os índices de emergência foram superiores aos encontrados para parasitóides desenvolvidos em ovos de *A. gemmatalis*, bem como a longevidade e a capacidade reprodutiva que foram superiores para os adultos provenientes destes ovos. Esta maior tolerância dos parasitóides à estocagem, dependendo do hospedeiro do qual é proveniente, é também relatada por Laing & Corrigan (1995) que obtiveram resultados superiores na emergência de *T. minutum* quando foi utilizado o hospedeiro natural da espécie (*L. fiscellaria*) em relação aos hospedeiros *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae).

O primeiro dia do desenvolvimento pupal mostrou-se mais adequado para a estocagem das espécies de *Trichogramma* avaliadas, quanto aos parâmetros biológicos avaliados. Por outro lado, os parasitóides estocados próximos a emergência dos adultos foram os mais afetados pela baixa temperatura. Outros trabalhos citam os estágios larval (Lopez & Morrison 1980), pré-pupal (Voegelé *et al.* 1988, Laing & Corrigan 1995, Ventura Garcia *et al.* 2002) e pupal (Curl & Burbutis 1977, López & Morrison 1980), como os mais tolerantes para a estocagem, sendo os parasitóides adultos os mais suscetíveis às baixas temperaturas (Jalali e Singh 1992).

Conclui-se que a estocagem de *Trichogramma* em baixas temperaturas constitui-se numa técnica viável para a produção antecipada e em grande quantidade dos parasitóides para posterior liberação em campo para o controle de pragas. De acordo com os resultados obtidos, a criação dos parasitóides pode ser iniciada cerca de 40 dias antes da liberação, tomando-se em conta o período de desenvolvimento de oito dias a

21°C, os trinta dias de estocagem e os cinco dias necessários para as espécies completarem seu desenvolvimento após o retorno para 21°C, sem que isto afete o desempenho das espécies. Além disso, os parasitóides provenientes de ovos de *M. sequax*, podem ser mantidos por até 10 dias à temperatura de 21°C, onde mais de 70% dos adultos ainda encontram-se vivos (Fig. 1), com objetivo de se escolher a data mais adequada para sua liberação em campo.

A escolha do hospedeiro também deve ser levada em conta, uma vez que a tolerância à estocagem, assim como a sobrevivência e a capacidade de parasitismo dos parasitóides, são bastante afetadas por este fator. Um hospedeiro adequado deve ser escolhido levando em conta a facilidade e o baixo custo da criação, assim como espécies que possuam uma alta fecundidade. *M. sequax* possui estes atributos, além do mais trata-se de uma espécie que proporciona aos parasitóides uma alta qualidade, visto que a eficiência dos parasitóides foi superior neste hospedeiro, se sobressaindo frente ao hospedeiro natural *A. gemmatilis*. Esta superioridade na qualidade deve refletir-se em um melhor desempenho dos parasitóides no momento de se controlar as pragas no campo.

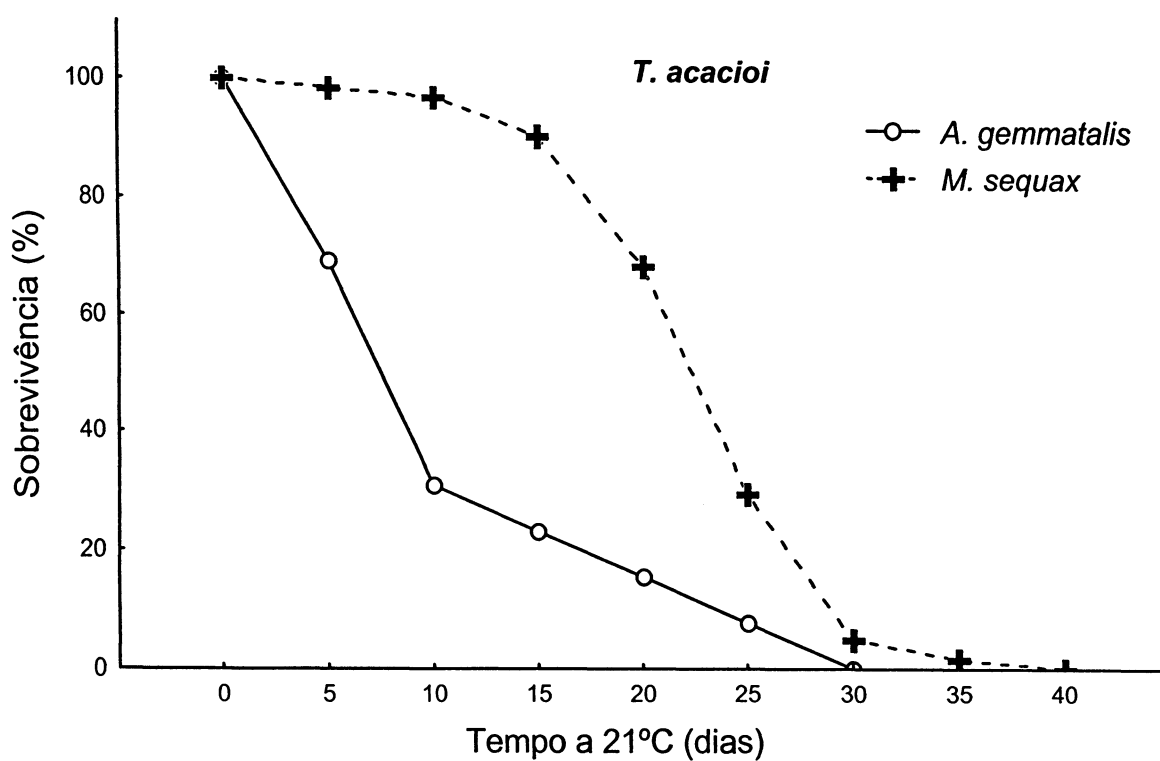
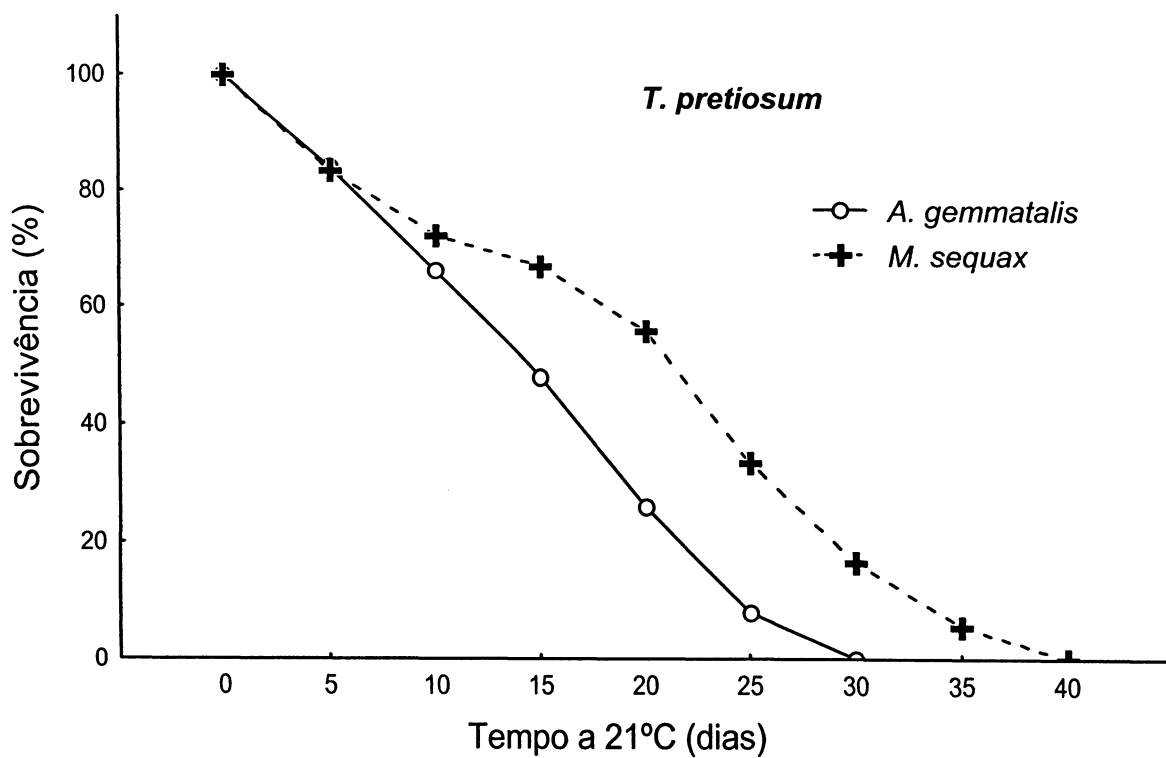


Figura 1. Percentagem de sobrevivência de fêmeas de *T. pretiosum* e *T. acacioi* a 21°C, após estocagem no início do estágio pupal a 4°C e permanência por 30 dias.

Literatura Citada

- Boivin, G. 1994.** Overwintering strategies of egg parasitoids, p. 219-244. In A. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. CAB International, 286p.
- Curl, G.D. & P.P. Burbutis. 1977.** The mode of overwintering of *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis. Environ. Entomol. 6: 629-632.
- Doetzer A. K. 2003.** Sobrevivência dos parasitóides de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) durante a entressafra da soja e sua eficiência após estocagem em baixas temperaturas. Universidade Federal do Paraná, Tese de doutorado, 144 p.
- Hassan, S.A. 1997.** Criação da traça do milho, *Sitotroga cerealella*, para a produção massal de *Trichogramma*. p. 151-172. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Jalali, S.K. & S.P. Singh. 1992.** Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. Entomophaga 37: 159-165.
- Laing, J.E. & J.E. Corrigan. 1995.** Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): the role of host species, temperature, and photoperiod. Can. Entomol. 127: 103-110.
- López, J.D. & R.K. Morrison. 1980.** Susceptibility of immature *Trichogramma pretiosum* to freezing and subfreezing temperatures. Environ. Entomol. 9: 697-700.
- Parra, J. R. P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

- Rossi, M.M. 1997.** As interrupções de desenvolvimento em *Trichogramma*. p. 151-172.
In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Schmidt, F.G.V. 1991.** Armazenamento, em baixas temperaturas, de ovos de *Anagasta kueiella* (Zeller, 1879) e de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) visando a produção de *Trichogramma* spp. Piracicaba, ESALQ, Dissertação de mestrado, 108p.
- Stinner, R.E., R.L. Ridgway & R.E. Kinzer. 1974.** Storage, manipulation of emergence, and estimation of numbers of *Trichogramma pretiosum*. Environ. Entomol. 3: 505-507.
- Van Schelt, J. & W.J. Ravensberg. 1991.** Some aspects on the storage and application of *Trichogramma maidis* in corn. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma and other egg parasitoids*. Les Colloques de l'INRA 56: 239-242.
- Ventura Garcia, P., E. Wajnberg, J. Pizzol & M.L.M. Oliveira. 2002.** Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. J. Insect Physiol. 48: 349-355.
- Voegelé, J., J. Pizzol & A. Babi. 1988.** The overwintering of some *Trichogramma* species. In Voegelé, J., J.K. Waage & J.C. van Lanteren (eds) *Trichogramma and other eggs parasitoids*. Les Colloques de l'INRA 43: 275-282.

CAPÍTULO V

**PARASITISMO A CAMPO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) APÓS ESTOCAGEM EM
BAIXA TEMPERATURA NO CONTROLE DE *Anticarsia gemmatalis*
HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

FIELD PARASITISM OF *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* RILEY (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) AFTER COLD STORAGE FOR THE CONTROL OF *ANTICARSIA*
GEMMATALIS HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

ABSTRACT – Five species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) have been found parasitizing eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in South-eastern Brazil, of which *Trichogramma pretiosum* Riley is the prevalent species. The efficiency of *T. pretiosum* obtained in laboratory from *Mythymna sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae) eggs after storage periods of up to 30 days at 4°C in the pupal stage was investigated under field conditions in soybeans. Evaluations were made after three (3 DAR), six (6 DAR) and nine (9 DAR) days after the release of the wasps. Parasitism rates were compared to the ones recorded in an adjacent area without the release of parasitoids. At 3 DAR 34.4% of the *A. gemmatalis* eggs placed 3m from the release point were parasitized and 24.7% were parasitized at 6m from the release point. In the control area only 4.0% of the eggs were parasitized. After 6 DAR parasitism was detected only in eggs placed 3m from the release point, with 12.5% of parasitized eggs, in comparison to 5.6% in the control area. After 9 DAR no parasitism was recorded in the experimental area, as well as in the control area, probably due to precipitation and low temperatures during this period. It is concluded that *T. pretiosum* reared from eggs of *M. sequax* and stored at 4°C for up to 30 days was able to cause a seven-fold increase in parasitism rates when released in the field to control *A. gemmatalis*.

KEY WORDS: Insecta, egg parasitoids, velvetbean caterpillar, release, storage.

RESUMO – Cinco espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são encontradas naturalmente parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) no sudeste do Brasil, sendo *Trichogramma pretiosum* Riley a mais abundante. Determinou-se a eficiência em campo de *T. pretiosum*, obtidos em laboratório de ovos de *Mythimna sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae) após a estocagem no estágio pupal por 30 dias a 4°C, para o controle da lagarta da soja. As avaliações foram realizadas três (3 DAL), seis (6 DAL) e nove (9 DAL) dias após a liberação das vespas. O parasitismo foi comparado com uma área onde não foram liberados parasitóides (área testemunha). Aos 3 DAL, 34,4% dos ovos de *A. gemmatalis* colocados a 3m do ponto de liberação foram parasitados e 24,7% foram parasitados a 6m do ponto de liberação. Na área testemunha somente 4,0% dos ovos estavam parasitados. Aos 6 DAL, o parasitismo só foi detectado a 3m do ponto de liberação, com 12,5% de ovos parasitados em comparação aos 2,8% da área testemunha. Aos 9 DAL não ocorreu parasitismo na área de liberação e na área testemunha, provavelmente devido à chuva e queda de temperatura durante o período. Conclui-se que *T. pretiosum* criados em ovos de *M. sequax* e estocados a 4°C por até 30 dias são capazes de causar um aumento de sete vezes na taxa de parasitismo quando liberados em campo para o controle de *A. gemmatalis*.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, lagarta da soja, liberação, estocagem.

Introdução

O parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é uma das espécies mais comumente usadas para o controle biológico de lepidópteros em diversas regiões do mundo. Sua utilização é relatada para países como Colômbia, México, EUA, Nicarágua e Uruguai, no controle de diferentes pragas, entre estas *Anticarsia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) (Li 1994). No sudeste do Brasil, dentre as cinco espécies de *Trichogramma* encontradas naturalmente parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner no (Hohmann *et al.* 1989, Polaszek & Foerster 1997, Foerster e Avanci 1999, Capítulo I), *T. pretiosum* é a mais abundante.

Este parasitóide pode ser uma alternativa viável e complementar a outras formas de controle, podendo contribuir de forma significativa para programas de manejo integrado da lagarta da soja. Porém para que esta espécie possa ser utilizada, vários estudos preliminares são necessários e que culminam nos estudos referentes à produção e liberação do parasitóide em campo.

A eficiência de *T. pretiosum* no controle das pragas é bastante variável. Na cultura do algodão, para o controle de *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), liberações de *T. pretiosum* reduziram os danos causados pela praga, no entanto a eficiência do parasitóide não chegou a ser significativa devido à grande influência que os produtos químicos liberados nesta cultura exercem sobre os parasitóides (López & Morrison, 1985, King *et al.* 1986, Neil & Specht 1990). Em plantações de tomate, liberações de *T. pretiosum* foram responsáveis por 53 a 85% do parasitismo dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie), 30 a 66% de *Trichoplusia ni* (Hübner)

(Lepidoptera: Noctuidae) e 42 a 81% de *Manduca* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) (Oatman & Platner 1978). No Brasil, *T. pretiosum* vem se mostrando viável para ser utilizado no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro (Haji *et al.* 2002), *H. zea* em milho (Sá *et al.* 1993) e *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão (Parra *et al.* 2002).

No controle de *A. gemmatalis*, Garcia-Roa (1991) determinou que de cinco a seis liberações de *Trichogramma* são capazes de promover taxas de parasitismo de 62 a 92%, eliminando a necessidade da utilização de produtos químicos. Da mesma forma, Cano & Swezey (1992) obtiveram 57% de parasitismo de ovos de *A. gemmatalis*, após liberação de *T. pretiosum* em cultivos de soja na Nicarágua. Amaya (1982) recomenda que sejam liberados cerca de 60.000 *Trichogramma* por ha para o controle da lagarta da soja. Zachrisson & Parra (1998) avaliaram a capacidade de dispersão de *T. pretiosum* no controle de *A. gemmatalis* e determinaram que a dispersão do parasitóide após 24 horas de sua liberação corresponde a um raio de 8 m (equivalente a 77 m²) com taxa de parasitismo de 16% e que a liberação deve ser realizada em 130 pontos/ha.

Um dos pontos importantes para que se tenha sucesso nas liberações de *Trichogramma* é a utilização de parasitóides que apresentem qualidade igual ou superior à daqueles que são encontrados naturalmente controlando a praga. Para se obter tais parasitóides, a escolha do hospedeiro adequado e da técnica de criação a ser empregada devem ser levadas em conta. Após liberação em campo, Kazmer & Luck (1995) concluíram que *T. pretiosum* provenientes de ovos de *H. zea*, apresentam índices de parasitismo de duas a três vezes superiores aos de

parasitóides menores criados em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Pyralidae).

Outra forma de evitar perda na qualidade dos parasitóides consiste na sua produção através da estocagem em baixas temperaturas, uma vez que esse método reduz o número de gerações a serem multiplicadas. Van Schelt & Ravensberg (1991) compararam, através de liberações em campo, a eficiência de *Trichogramma maidis* Pintureau & Voegelé não estocados com aqueles estocados em baixas temperaturas por duas a três semanas e observaram que o parasitismo por fêmeas não estocadas foi superior (49%) ao de fêmeas estocadas (26%) após o primeiro dia de liberação, porém, após quatro dias a diferença foi mínima (75% para fêmeas não estocadas e 63% para as estocadas).

Resultados demonstraram que grandes quantidades de *T. pretiosum* podem ser produzidas através da estocagem dos parasitóides no estágio pupal por até 30 dias a 4°C sem perdas na qualidade, além de que a utilização de *Mythimna sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae) como hospedeiro deste parasitóide proporciona adultos com maior vigor e eficiência (Capítulo IV). O presente trabalho visou determinar a eficiência de *T. pretiosum* no controle de *A. gemmatilis* no campo, após a estocagem dos parasitóides em baixas temperaturas, utilizando-se como hospedeiro de criação ovos de *M. sequax*.

Material e Métodos

ÁREA EXPERIMENTAL - O experimento foi realizado em uma área de soja da variedade Codetec 206 de aproximadamente um hectare, na Fazenda Experimental Gralha Azul, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná, localizada no Município de Fazenda Rio Grande- PR, durante a safra 2002/2003.

A área foi dividida em oito parcelas de 36m², sendo quatro destinadas à liberação de parasitóides (área de liberação) e quatro que não tiveram a liberação de parasitóides (área testemunha). As áreas de liberação e testemunha foram separadas por uma distância de cerca de 12 metros e para cada parcela foram demarcados quatro pontos a três metros e quatro pontos a seis metros do ponto de liberação localizado no centro da parcela (Fig. 1).

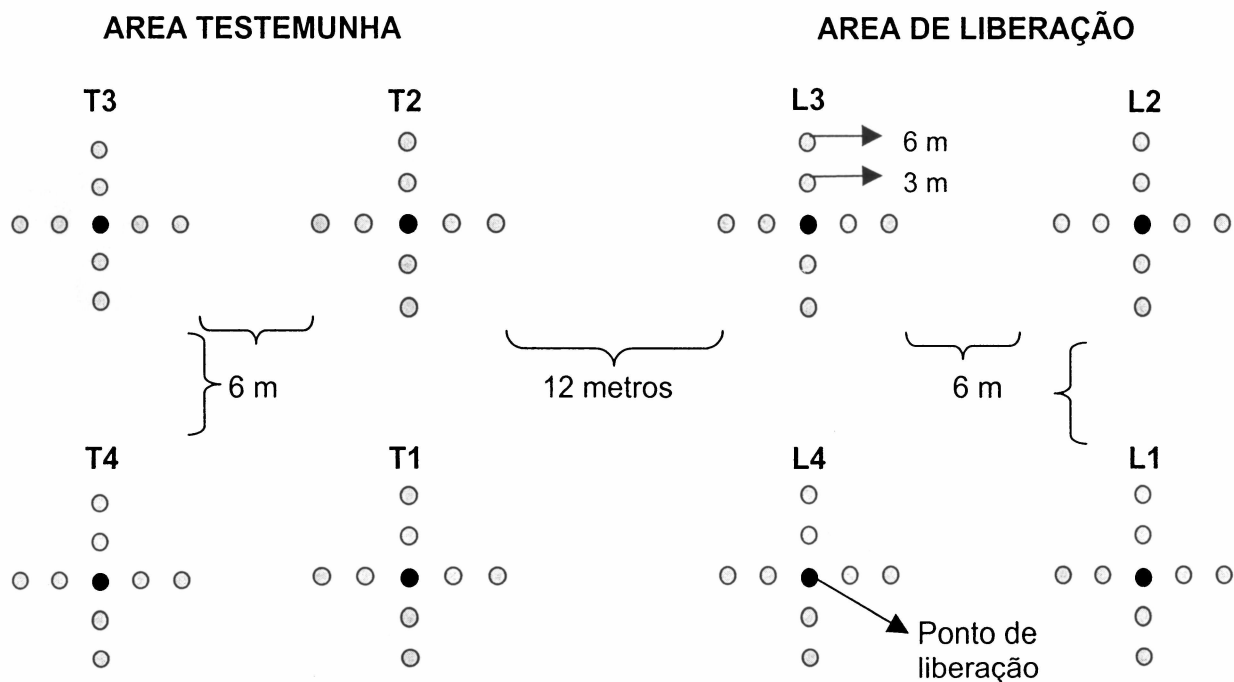


Figura 1. Esquema da área experimental. Área testemunha e área de liberação divididas em quatro parcelas.

PRODUÇÃO DOS PARASITÓIDES PARA A LIBERAÇÃO - A partir da primeira quinzena de dezembro de 2002, cerca de 1000 ovos de *M. sequax* obtidos da criação de laboratório (Capítulo IV) foram parasitados diariamente por *T. pretiosum*. O parasitismo foi realizado em tubos de ensaio de 6cm de comprimento por 0,5cm de diâmetro e estabeleceu-se a proporção de uma fêmea para cada 20 ovos, os quais foram mantidos em contato pelo período de 48 horas na temperatura de $21^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Os ovos permaneceram nesta temperatura por oito dias, até atingirem o início do estágio pupal, sendo depois transferidos para $4^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Os ovos parasitados foram mantidos nesta condição por até 30 dias, sendo então colocados, em número de 2500 ovos, em frascos de vidro de 13cm de comprimento por 6cm de diâmetro, retornando para 21°C , a fim de se aguardar a emergência dos adultos. Os adultos foram alimentados com mel e transferidos para 18°C , onde permaneceram por dez dias com o intuito de se aguardar o dia mais propício para a liberação.

LIBERAÇÃO DOS PARASITÓIDES E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PARASITISMO - Em cada parcela experimental, nas áreas de liberação e testemunha, 160 ovos de *A. gemmatilis* provenientes da criação em laboratório (Capítulo II) foram distribuídos em plantas de soja localizadas nos oito pontos demarcados (20 ovos/ponto). Os ovos foram expostos em campo aderidos a cartelas de cartolina, as quais foram grampeadas nas plantas.

A liberação dos parasitóides foi realizada no dia 29/01/2003, quando a soja encontrava-se no período de floração (R_1) (Fehr *et al.* 1971). Os parasitóides foram liberados no ponto central de cada parcela da área de liberação e estima-se que em cada parcela foram liberadas cerca de 2600 fêmeas provenientes dos 2500 ovos

parasitados. Este número foi calculado a partir de uma alíquota dos ovos que foi mantida em laboratório, onde verificou-se uma média de 1,51 parasitóides emergidos por ovo e uma razão sexual de 0,70.

As cartelas com ovos permaneceram em campo pelo período de três dias quando então foram retiradas e levadas ao laboratório e novas cartelas com ovos foram colocadas. Este procedimento foi repetido por três vezes e foram denominados “3 DAL” (parasitismo avaliado três dias após a liberação), “6 DAL” (parasitismo avaliado seis dias após a liberação) e “9 DAL” (parasitismo avaliado nove dias após a liberação). Em laboratório os ovos foram acondicionados em tubos de ensaio e mantidos a $21^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para a verificação do parasitismo.

Foram registrados os índices de ovos parasitados em cada data de avaliação, a 3 e 6 metros do ponto de liberação e o parasitismo na área de liberação foi comparado com a área testemunha. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a três critérios de classificação utilizando o modelo fatorial completo e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tomando-se como fatores as áreas (experimental e testemunha), os dias avaliados (3, 6 e 9 DAL) e as distâncias dos pontos de liberação (3m e 6m).

Resultados e Discussão

Avaliando-se conjuntamente ovos colocados a três e a seis metros do ponto de liberação, os índices de parasitismo foram superiores na área onde ocorreu a liberação de parasitóides em relação à área testemunha (Fig. 2), demonstrando que

houve eficiência dos parasitóides produzidos através da estocagem quando liberados. Na avaliação realizada três dias após a liberação (3 DAL), em média 29,3% dos ovos encontravam-se parasitados na área de liberação, índice significativamente superior ao parasitismo natural encontrado na área testemunha, onde 4,0% dos ovos encontravam-se parasitados (Fig. 2). Em liberações de *T. pretiosum* para o controle de *A. gemmatalis*, após 72 horas, Cano & Swezey (1992) obtiveram valores superiores aos obtidos neste trabalho, com níveis de parasitismo de 57%, índice superior ao parasitismo natural encontrado (19%).

Aos 6 DAL, na área de liberação, o índice de parasitismo decresceu significativamente em relação ao primeiro dia de avaliação, sendo que em média 6,3% dos ovos estavam parasitados, não apresentando diferença significativa em relação ao índice de parasitismo encontrado na área testemunha, onde 2,8% dos ovos estavam parasitados (Fig. 2).

Aos 9 DAL não foi registrado parasitismo, tanto na área de liberação como na área testemunha (Fig. 2), o que pode estar relacionado à ocorrência de chuva no dia em que os ovos foram colocados em campo (04/02/2003), associado à queda de temperatura, o que influencia diretamente sobre a ação dos parasitóides (Fig. 3).

Os resultados foram contrários aos encontrados para *T. maidis* liberados após a estocagem, onde o parasitismo foi superior (63%) após quatro dias da liberação em relação a um dia após a liberação, quando 26% dos ovos estavam parasitados (Van Schelt & Ravensberg 1991). No entanto, a queda no parasitismo após seis dias da liberação pode ser explicada pela baixa sobrevivência dos parasitóides em campo. Mansfield & Mills (2002) concluíram que 50% de *Trichogramma platneri*

Nagarkatti, previamente alimentados com mel, sobrevivem em média 2,6 dias em campo.

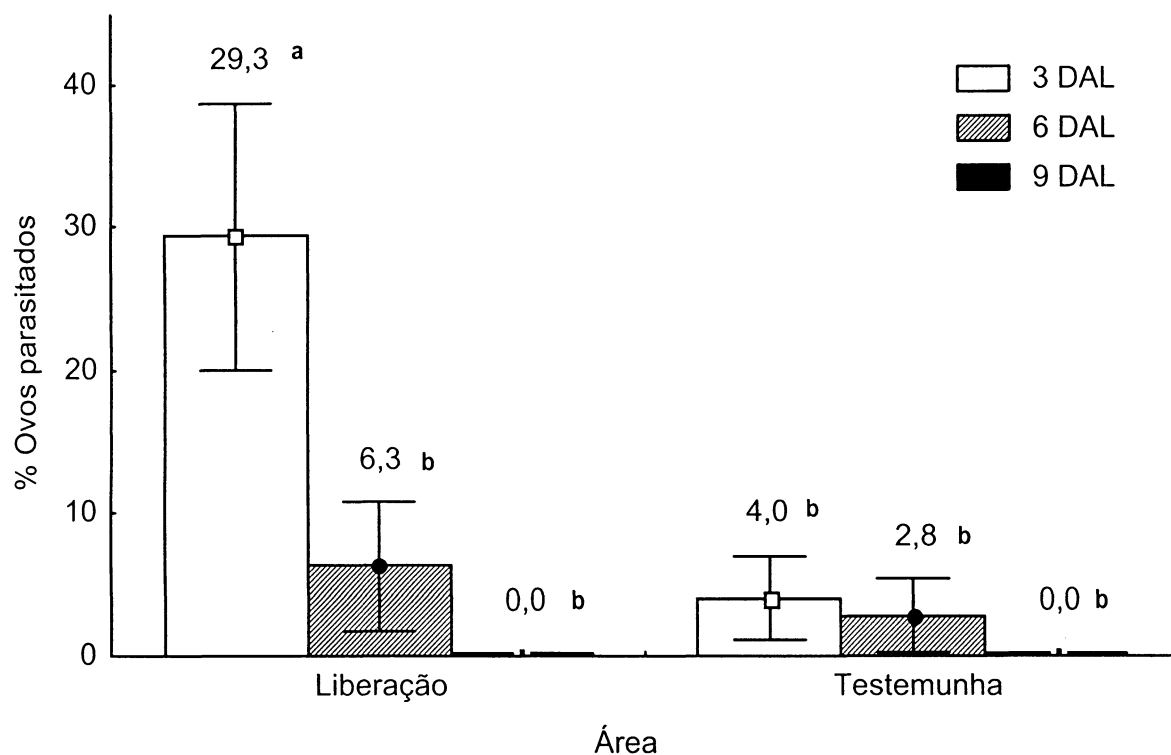


Figura 2. Percentagem de ovos parasitados (médias entre as distâncias de 3m e 6m) em área com liberação de *T. pretiosum* e em área sem liberação de parasitóide (Testemunha), três, seis e nove dias após a data de liberação.

Anova: $F=4,03$; G.L.=2,133; $p=0,020$

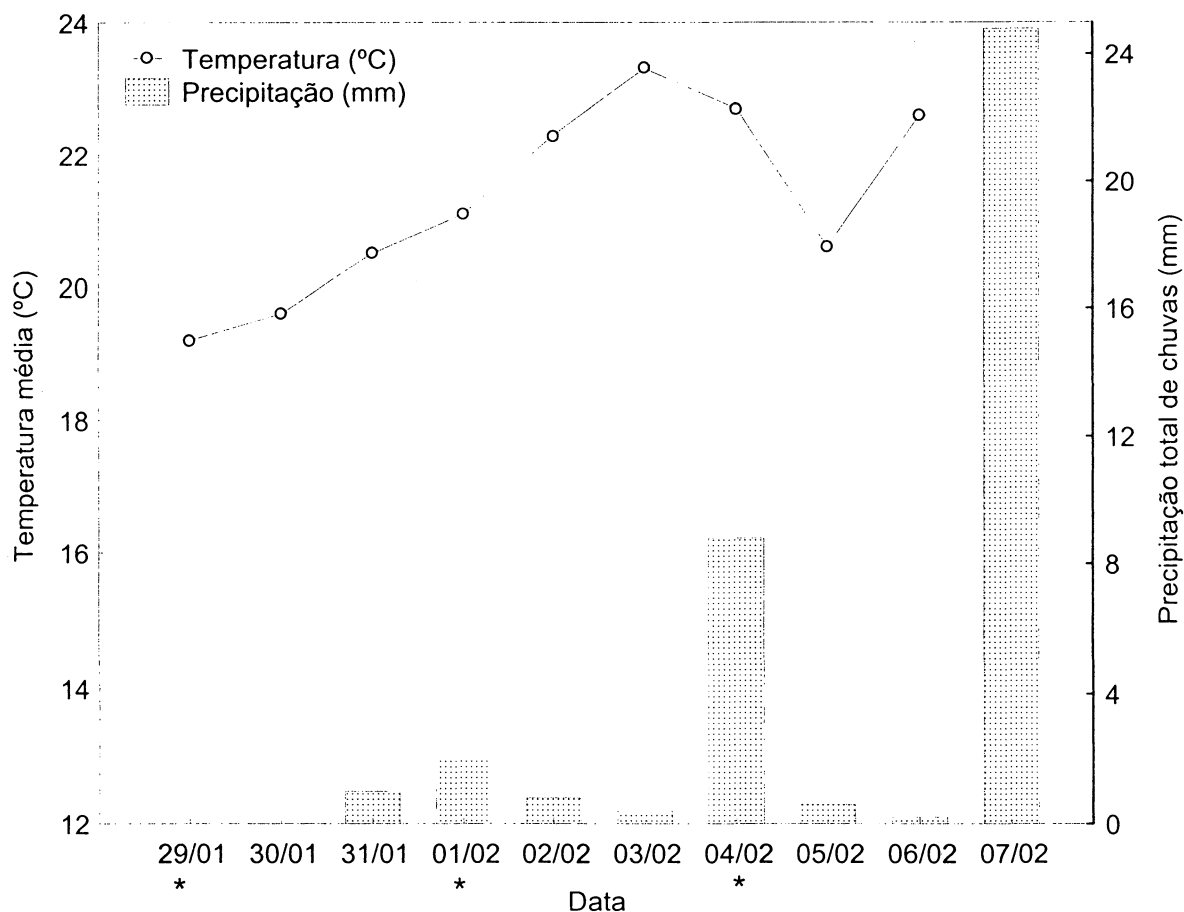


Figura 3. Temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) entre 29/01/2003 e 07/02/2003. Dados coletados na estação metereológica da Fazenda Experimental Gralha Azul, Fazenda Rio Grande, PR.

* Datas em que foram colocados ovos em campo.

Comparando-se as distâncias em que os ovos encontravam-se do ponto de liberação, o parasitismo foi superior, porém sem diferença estatística, nos ovos colocados a três metros do ponto de liberação com relação aos colocados a seis metros (Fig. 4). No primeiro dia de avaliação (3 DAL) 34,4% dos ovos encontravam-se parasitados a três metros, em relação a 24,7% de parasitismo registrado a seis metros. Após seis dias (6 DAL) o parasitismo só foi registrado a três metros do ponto

de liberação, com 12,5% dos ovos parasitados. Zachrisson & Parra (1998), relataram 16,5, 15,7 e 7,1% de parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* quando mantidos a 5, 10 e 15 metros do ponto de liberação, respectivamente, após um período de 24 horas. O baixo parasitismo encontrado por estes autores é atribuído ao alto índice de predação nos ovos hospedeiros, o qual foi superior a 60%.

O parasitismo a até seis metros do ponto de liberação, demonstra que os parasitóides estocados apresentam capacidade de dispersão semelhante à registrada para parasitóides não estocados. A dispersão das espécies de *Trichogramma* é variável, sendo em torno de 10 m para *T. maidis* (Bigler *et al.* 1988) e *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Kanour & Burbutis 1984), podendo chegar a cerca de 200 m como relatado para *Trichogramma ostrinae* Peng & Chang (Wright *et al.* 2001). Para *T. pretiosum* em relação a ovos de *A. gemmatalis*, após 24 horas da liberação do parasitóide, a dispersão se dá em um raio de 8 m (Zachrisson & Parra 1998).

Segundo Van Schelt & Ravensberg (1991), os parasitóides estocados em baixas temperaturas quando liberados apresentam uma capacidade de dispersão menor no dia da liberação em relação àqueles não estocados, no entanto esta diferença tende a desaparecer a partir de dois a quatro dias da liberação.

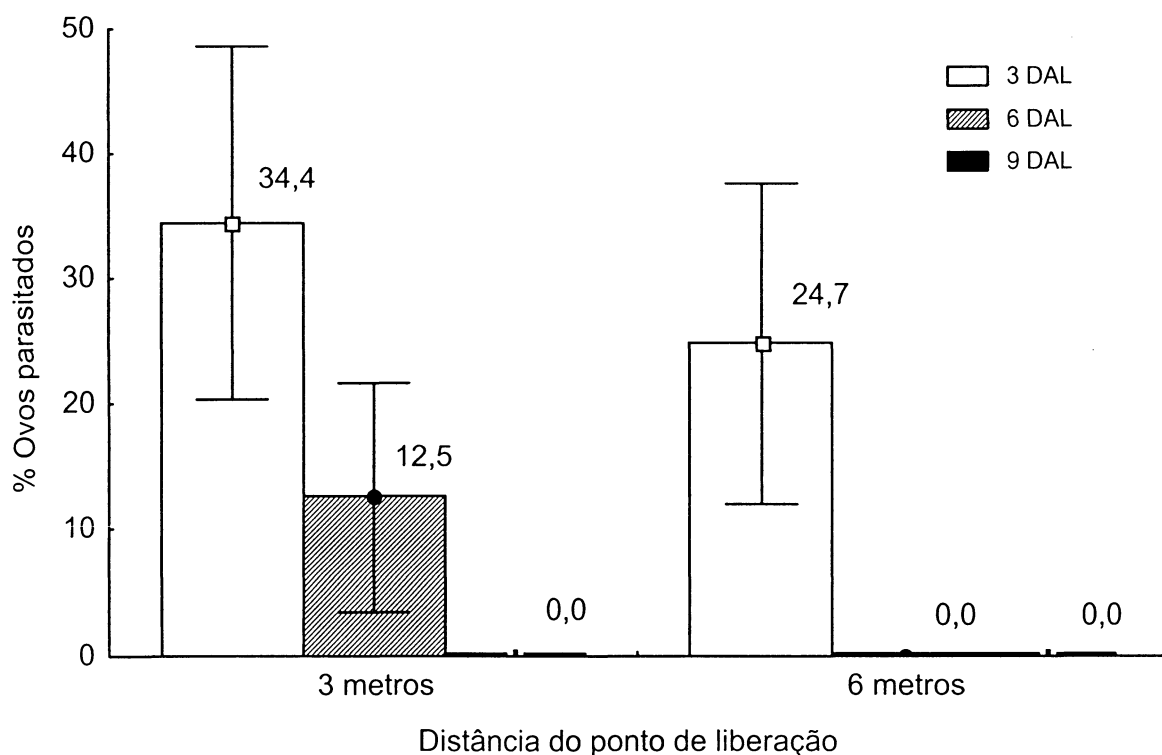


Figura 4. Percentagem de ovos parasitados três e seis metros do ponto de liberação após três, seis e nove dias da data de liberação.

Anova: $F=0,22$; G.L.=2,51; $p=0,0803$

Os resultados demonstraram que *T. pretiosum*, criados em ovos de *M. sequax* e estocados a 4°C a partir de um mês antes da data de liberação, são capazes de causar um aumento de sete vezes na taxa de parasitismo quando liberados em campo para o controle de *A. gemmatalis*. No entanto, outros estudos devem ser realizados, uma vez que deve-se levar em conta a quantidade, freqüência e continuidade das liberações, para que se consigam reduções mais efetivas da população de *A. gemmatalis* (Amaya 1982).

Literatura Citada

- Amaya, M. 1982.** Investigación, utilización y resultados obtenidos en diferentes cultivos con el uso de *Trichogramma* en Colombia, Sur América. Colloques de L'INRA, 9: 201-207.
- Bigler, F., M. Bieri, A. Fritschy & K. Seidel. 1988.** Variation in locomotion between strains of *Trichogramma maidis* and its impact on parasitism of eggs of *Ostrinia nubilalis* in the field. Entomol. Exp. Appl. 49: 283-290.
- Cano, E.V. & S.L. Swezey. 1992.** Tabla de vida en laboratorio y liberación en el campo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en Nicaragua. Rev. Nica. Ent., 21: 43-56.
- Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood, J.S. Pennington. 1971.** Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Science, 11: 929-931.
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.
- Garcia-Roa, F. 1991.** Effectiveness of *Trichogramma* spp. in biological control programs in the Cauca Valley, Colombia. Colloques de L'INRA, 56: 197-200.
- Haji, F.N.P., L. Prezotti, J.S. Carneiro & J.A. Alencar. 2002.** *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. p. 477-494. In: J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil – Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.

- Kanour Junior, W.W. & P.P Burbutis. 1984.** *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in the corn and hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econ. Entomol., 77: 103-107.
- Kazmer, D.J. & R.F. Luck. 1995.** Field test of the size-fitness hypothesis in the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. Ecology. 76: 412-425.
- King, E.G., L.F. Bouse, D.L. Bull, R.J. Coleman, W.A. Dickerson, W.J. Lewis, J.D. Lopez, R.K. Morrison & J.R. Phillips. 1986.** Management of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma pretiosum* Ril. J. appl. Ent. 101: 2-10.
- Li, L.Y. 1994.** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. p. 37-51. In: E. Wajnberg & S. A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. CAB International, 286p.
- López Jr., J.D. & R.K. Morrison. 1985.** Parasitization of *Heliothis* spp. eggs after augmentative releases of *Trichogramma pretiosum* Riley. Southwest. Entomol. 8: 110-137.
- Mansfield S. & N.J. Mills. 2002.** Direct estimation of the survival time of commercially produced adult *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under field conditions. Biol. Control. 25: 41-48.
- Neil, K.A. & H.B. Specht. 1990.** Field releases of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), egg populations on sweet corn in Nova Scotia. Can. Ent. 122: 1259-1266.
- Oatman E.R. & G.R. Platner. 1978.** Effect of mass releases of *Trichogramma pretiosum* against lepidopterous pests on processing tomatoes in Southern

California, with notes on host egg population trends. J. Econ. Entomol. 71: 896-900.

Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.

Controle Biológico: uma visão inter e multidisciplinar. p. 125-142. In: J.R.P.Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil – Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.

Polaszek, A. & L.A. Foerster 1997. *Telenomus cyamophylax*, n. sp.

(Hymenoptera:Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 26: 177-181.

Sá, L.A.N., J.R.P. Parra & S. Silveira Neto. 1993. Capacidade de dispersão de

Trichogramma pretiosum Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Sci Agr. 50: 226-231.

Van Schelt, J. & W.J. Ravensberg. 1991. Some aspects on the storage and

application of *Trichogramma maidis* in corn. In Wajnberg E. & S.B. Vinson (eds) *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'INRA 56: 239-242.

Wright, M.G., M.P. Hoffmann, S.A. Chenus & J. Gardner. 2001. Dispersal behavior

of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in sweet corn fields: Implications for augmentative releases against *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). Biol. Control. 22: 29-37.

Zachrisson, B. & J.R.P. Parra. 1998. Capacidade de dispersão de *Trichogramma*

pretiosum Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 em soja. Sci. Agric., 55: 133-137.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, conclui-se que:

- Os parasitóides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares e *Trichogramma lasallei* Pinto são encontrados parasitando ovos da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner, no sudeste do Paraná.
- *T. acacioi* e *T. lasallei* foram registrados pela primeira vez parasitando ovos de *A. gemmatalis* neste trabalho.
- *T. pretiosum* é a espécie predominante, seguida por *T. acacioi*.
- Ovos parasitados são coletados desde o início de janeiro até o fim de março, sendo que o pico populacional ocorre no estágio de desenvolvimento das vagens, entre o fim de fevereiro e início de março.
- As cinco espécies de *Trichogramma* emergem e parasitam ovos de *A. gemmatalis* na faixa de temperatura entre 14°C e 30°C, sendo *T. acacioi* e *T. rojasi* as espécies mais tolerantes ao frio, enquanto que *T. atopovirilia* é a menos adaptada às baixas temperaturas.
- *T. pretiosum* é a espécie que apresenta a maior longevidade, além de possuir maior capacidade de adaptação à faixa de temperatura investigada.
- As espécies tiveram a capacidade de parasitismo reduzida na temperatura de 14°C, com exceção de *T. acacioi*.
- *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. rojasi* se mantêm em atividade reprodutiva durante o outono e inverno no sudeste do Paraná, passando por um total de sete gerações no

período de abril a setembro, embora o parasitismo tenha diminuído com o decréscimo da temperatura.

- O tempo de desenvolvimento das espécies prolonga-se à medida que a temperatura ambiente diminui, variando de 15 dias no mês mais quente (abril) a cerca de 35 dias no mês mais frio (junho).
- A emergência dos parasitóides é superior a 90% ao longo dos meses avaliados e as maiores longevidades foram registradas para os adultos emergidos no mês de maio.
- Nenhum mecanismo de suspensão do desenvolvimento foi observado durante a entressafra; para sobreviver durante o inverno as espécies devem se utilizar de hospedeiros alternativos e adquirem um desenvolvimento mais lento.
- O método mais adequado para estocagem de *T. pretiosum* e *T. acacioi* para a produção em larga escala foi obtido da combinação usando ovos de *Mythimna sequax* e da transferência dos ovos parasitados para 4°C no início do estágio pupal.
- *T. pretiosum* criados em ovos de *M. sequax* e estocados a 4°C por até 30 dias são capazes de causar um aumento de sete vezes na taxa de parasitismo quando liberados em campo para o controle de *A. gemmatilis*.