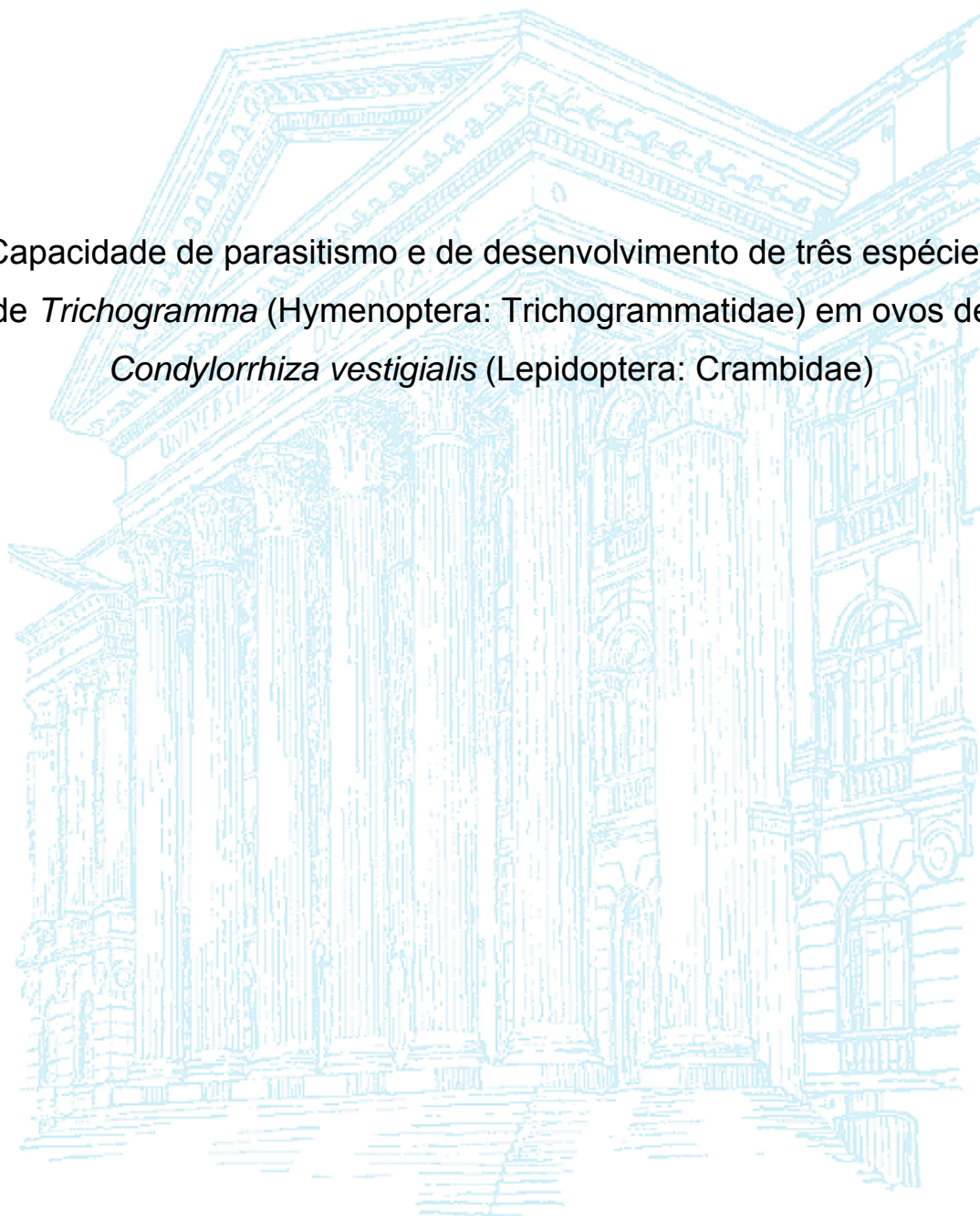


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
RINALDO JOAQUIM DA SILVA JÚNIOR

Capacidade de parasitismo e de desenvolvimento de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)



CURITIBA

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
RINALDO JOAQUIM DA SILVA JÚNIOR

Capacidade de parasitismo e de desenvolvimento de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Luís Amilton Foerster

CURITIBA
2009

Termo de aprovação

Capacidade de parasitismo e de desenvolvimento de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)

por

Rinaldo Joaquim da Silva Júnior

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. Luís Amilton Foerster - UFPR
Presidente e Orientador



Dr. Bráulio Santos – UFPR



Dra. Marion do Rocio Foerster Avanci - ETUFPR

Curitiba, 16 de fevereiro de 2009.

Silva Júnior, Rinaldo Joaquim da

Capacidade de parasitismo e de desenvolvimento de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae). / Rinaldo Joaquim da Silva Júnior – Curitiba, 2009.

102p.

Orientador: Luís Amilton Foerster

Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná.

1. Inseto-praga. 2. Álamo. 3. Controle Biológico. 4. Parasitóide de ovos Trichogramatideo. 5. Linhagens de Insetos. 6. Exigências Térmicas. 7. Idade dos Ovos. I. Título.

CDD 635.9

CDU 631.811.98

"Há grandeza neste modo de ver a vida, com as suas potencialidades, que o sopro do criador originalmente imprimiu em algumas formas ou numa só; e assim, enquanto este planeta foi girando de acordo com a lei imutável da gravidade, a partir de um início tão simples evoluíram inúmeras formas mais belas e mais maravilhosas".

Charles Darwin

Aos meus queridos pais, Rinaldo Joaquim da Silva e Gilvanda Maria Alves de Oliveira, e irmão, Rodolfo Henrique Oliveira da Silva, pelo amor incondicional e por acreditarem no meu crescimento intelectual e pessoal, me apoiando em todos os momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Luis Amilton Foerster pela confiança em mim depositada desde o primeiro dia no Laboratório de Controle Integrado de Insetos – LCII, pela orientação e todos os ensinamentos.

A todos os professores e técnicos administrativos (em especial a Vera Maria Adélio) que compõem o Departamento e curso de Pós-graduação em Zoologia da UFPR, pela oportunidade de aprender ao lado de profissionais tão competentes.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante o período de março a setembro de 2007.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em especial à unidade Roraima, pela liberação do trabalho a fim de que meu curso de mestrado fosse concluído com êxito.

À Swedish Match do Brasil S.A. pela confiança e pelo apoio financeiro a este projeto de pesquisa.

À Edilene B. Machado pelo apoio e paciência durante o desenvolvimento dos experimentos, pela amizade e cumplicidade que surgiu com o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas/companheiros de curso pela troca de idéias, mas principalmente pelos almoços, churrascos e festinhas que tornaram meus momentos em Curitiba mais agradáveis.

Ao amigo Alexandre Kassuga e Cesar Marchioro pela ajuda com a elaboração das análises estatísticas dos dados.

À Augusta Doetzer, Carolina Cañete e Marion Foerster pelos conselhos, dicas e por terem se tornado, para mim, exemplos de dedicação, competência e perseverança.

Ao Cesar, Érico, Mônia pela amizade dedicada durante esses anos em Curitiba e pela companhia, sempre agradável, na mesa dos bares da vida.

Aos companheiros de Laboratório, Carla Moraes, Flávia Krechemer, Marcelo Wada, Laís Rodrigues, Vitor Cesar, pela convivência, longas conversas e risadas durante o trabalho.

Aos amigos Anelis, Tuca, Roger, Joca, Rodolfo, Carol, Olívia, Kelli, Lisi, Mari, Jean e Flávia que são as melhores companhias da cidade.

Aos meus amigos de longas datas, Patrick Azevedo, Família Sousa, Emanuella Soares, Natália Pimentel, Leonardo Bulhões, Tatiana Wanderley e Silvana Valdevino.

À minha família, que apoiou (com muito sofrimento) a minha decisão de abandonar tudo para estudar em Curitiba, em especial a minha mãe, meu pai e meu irmão.

E, por fim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
RESUMO GERAL.....	XIV
GENERAL ABSTRACT.....	XVI
INTRODUÇÃO GERAL	18
LITERATURA CITADA	21
CAPÍTULO I. Seleção de três espécies de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), como potenciais agentes de controle de <i>Condylorrhiza vestigialis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	24
ABSTRACT.....	25
RESUMO.....	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÕES.....	49
LITERATURA CITADA.....	50
CAPÍTULO II. Efeito da temperatura no desenvolvimento, longevidade e reprodução de três espécies de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>C. vestigialis</i> (Lepidoptera: Crambidae).....	57
ABSTRACT.....	58
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO.....	60
MATERIAL E MÉTODOS.....	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
CONCLUSÕES.....	76
LITERATURA CITADA.....	77

CAPÍTULO III. Efeito do desenvolvimento embrionário dos ovos de <i>Condylorrhiza vestigialis</i> (Lepidoptera: Crambidae) no parasitismo e longevidade de três espécies de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	85
ABSTRACT.....	86
RESUMO.....	87
INTRODUÇÃO.....	88
MATERIAL E MÉTODOS.....	89
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
CONCLUSÕES.....	98
LITERATURA CITADA.....	99

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	PÁGINA
Tabela 1. Média \pm Erro Padrão (E.P.) de ovos parasitados e parasitóides emergidos, tempo de desenvolvimento (dias) e razão sexual dos descendentes de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i>	35
Tabela 2. Média (\pm E.P.) da longevidade (dias) dos descendentes de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> oriundos de ovos de <i>C. vestigialis</i>	39
Tabela 3. Parâmetros reprodutivos de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i>	40
Tabela 4. Tempo de desenvolvimento (dias) ao longo de quatro gerações de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i>	46
Tabela 5. Efeito de sucessivas gerações sobre as médias (\pm E.P.) da razão sexual apresentada por <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i>	47
Tabela 6. Número de parasitóides emergidos por ovo (Média \pm E.P.), em dias, de três espécies de <i>Trichogramma</i> ao longo de quatro gerações.....	47
Tabela 7. Longevidade (Média \pm E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de <i>C. vestigialis</i> por diferentes gerações.....	48

CAPÍTULO II.

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento (Média \pm E.P.), em dias, de três espécies de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.....	64
Tabela 2. Média (\pm E.P.) de ovos de <i>C. vestigialis</i> parasitados por fêmeas de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em diferentes temperaturas.....	66
Tabela 3. Média (\pm E.P.) de descendentes por fêmeas de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.....	68
Tabela 4. Razão sexual da progênie (média \pm E.P.) produzida por três espécies de <i>Trichogramma</i> em diferentes temperaturas.....	69
Tabela 5. Longevidade (média \pm E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas.....	71
Tabela 6. Média diária (\pm E.P.) de ovos de <i>C. vestigialis</i> parasitados por fêmea de <i>Trichogramma</i> durante cinco dias em temperaturas diferentes.....	72
Tabela 7. Número de ovos de <i>C. vestigialis</i> parasitados por fêmea de <i>Trichogramma</i> durante cinco dias em temperaturas diferentes.....	73

CAPÍTULO III.

Tabela 1. Média (\pm E.P.) de ovos parasitados por <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em diferentes fases de desenvolvimento embrionário de <i>C. vestigialis</i>	91
Tabela 2. Média (\pm E.P.) dos parasitóides emergidos de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i> com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.....	92
Tabela 3. Média (\pm E.P.) do Tempo de desenvolvimento (dias) de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i> com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.....	94
Tabela 4. Razão sexual (\pm E.P.) de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> em ovos de <i>C. vestigialis</i> com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.....	95
Tabela 5. Longevidade (Média \pm E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas.	96

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	PÁGINA
Figura 1. Número de adultos emergidos de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> por ovo de <i>C. vestigialis</i>	38
Figura 2. A e B: Média de ovos parasitados e parasitóides emergidos de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> , respectivamente durante cinco dias seguidos.....	42
Figura 3. A e B: Média de ovos parasitados e parasitóides emergidos em 4 gerações para <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> , respectivamente.....	44
CAPÍTULO II	
Figura 1. Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2). A, B e C: Duração do ciclo evolutivo (dias) em diferentes temperaturas em <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> , respectivamente. UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.....	67
Figura 2. A, B, C e D: Média de ovos de <i>C. vestigialis</i> parasitados por <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. pretiosum</i> e <i>T. acacioi</i> , nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.....	74

Capacidade de parasitismo e de desenvolvimento de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)

RESUMO GERAL- O gênero *Populus*, conhecido popularmente por Álamo ou Choupo é destinado à indústria fosforeira e desde 1992 vem sofrendo com o ataque da lagarta *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), conhecida popularmente como “Mariposa-do-Álamo”. Tendo em vista o crescente interesse no controle deste inseto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a biologia, exigências térmicas, capacidade de parasitismo e o efeito da idade da postura do hospedeiro nas características biológicas das linhagens de *Trichogramma pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná em câmaras climatizadas. As médias de ovos parasitados e parasitóides emergidos obtidas para *T. atopovirilia* foram de $11,4 \pm 1,79$ e $12,5 \pm 1,97$, respectivamente, resultados significativamente maiores que os observados para as demais espécies. O tempo de desenvolvimento foi em torno de 17 dias, a razão sexual superior a 0,50 e o número de parasitóides por ovo acima de 1, para todas as espécies avaliadas. A longevidade variou entre 17,7 e 7,7 dias de vida, sendo as fêmeas mais longevas que os machos. A maior concentração de parasitismo dos descendentes ocorreu nas primeiras 24 horas e para *T. pretiosum* e *T. acacioi*, mais de 80% do total de ovos foram parasitados nos primeiros três dias. Ao longo das gerações o número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos sofreu uma tendência crescente, sendo os menores valores encontrados na geração F₁ e os maiores na geração F₄. A razão sexual, parasitóides por ovo e longevidade não foram afetados ao longo das gerações. No estudo de exigências térmicas houve um aumento no tempo de desenvolvimento com a redução térmica, variando entre 29,3 e 7,6 dias nas temperaturas

de 15°C e 30°C, respectivamente. Os valores da temperatura base (T_b) e da constante térmica (K) foram de 10,4°C e 151,5 graus-dia (GD), para *T. atopovirilia*; 9,0°C e 175,4 GD para *T. pretiosum* e 9,6°C e 169,5 GD para *T. acacioi*. A razão sexual das três espécies de *Trichogramma* não foi influenciada pela temperatura. A longevidade média dos descendentes apresentou relação inversa à temperatura. O número de ovos/fêmea variou entre 34,2 para *T. atopovirilia* a 20°C a 2,2 para *T. acacioi* a 30°C. *T. pretiosum* apresentou melhor resultado a 25°C (26,4). *T. acacioi* e *T. pretiosum* mostraram preferência por ovos com 24 horas de idade, enquanto *T. atopovirilia* por ovos de 72 horas. O número de parasitóides emergidos demonstra que a idade do ovo influenciou apenas a emergência dos adultos de *T. acacioi* em ovos com 72 horas de idade. Já a razão sexual de *T. acacioi* foi afetada negativamente, mostrando uma proporção inversa entre o número de fêmeas e o tempo de desenvolvimento embrionário dos ovos. Fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* apresentaram maior tempo de vida em ovos com 72 horas, enquanto que *T. acacioi* obteve melhor resultado em ovos de 24 horas. Conclui-se que *Trichogramma atopovirilia* é a espécie mais adaptada ao parasitismo de *C. vestigialis*, já que apresentou menor variação das características biológicas avaliadas nas diferentes gerações e condições climáticas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Mariposa-do-Álamo, controle biológico, parasitóides de ovos, seleção de espécies, temperatura, idade do hospedeiro.

Capacity of parasitism and development of three species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)

GENERAL ABSTRACT - The genus *Populus*, popularly known as poplar is destined to the match's industry and since 1992 has experienced the attack of the caterpillar *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). In view of the growing interest to control this insect, the present study evaluated the biology, thermal requirements, capacity of parasitism and the effect of host age on the biological characteristics of *Trichogramma pretiosum*, *T. acacioi* and *T. atopovirilia*. The experiments were conducted in the Laboratory of Integrated Control of Insect (LCII), Universidade Federal do Paraná in climatic chambers. The average of eggs parasitized and parasitoids emerged by *T. atopovirilia* were 11.4 ± 1.79 and 12.5 ± 1.97 , respectively, results significantly higher than those observed for the two other species. The time of development was around 17 days, the sex ratio greater than 0.50 and the number of parasitoids per egg over 1 for all species evaluated. Longevity ranged between 17.7 and 7.7 days, and females lived longer than males. The largest concentration of parasitism occurred in the first 24 hours and *T. pretiosum* and *T. acacioi* parasitized more than 80% of the total eggs in the first three days after adult emergence. Over the generations the number of eggs parasitized and parasitoids emerged showed a increasing trend, with the lowest values found in the F₁ generation and the largest in generation F₄. The sex ratio and longevity were not affected over the generations. In the study of thermal requirements there was an increase in development time with heat reduction, ranging between 29.3 and 7.6 days in temperatures of 15°C and 30°C respectively. The values of base temperature (T_b) and thermal constant (K) were 10.4°C and 151.5 degree-day (GD), for *T. atopovirilia*, 9.0°C, 175.4 GD for *T. pretiosum* and 9.6°C and 169.5 GD for *T. acacioi*. The sex ratio of

the three species of *Trichogramma* was not influenced by temperature. Average longevity of the offspring showed an inverse relationship to temperature. The number of eggs per female ranged from 34.2 to *T. atopovirilia* at 20°C to 2.2 for *T. acacioi* at 30°C. *T. pretiosum* showed better results at 25°C (26.4). *T. acacioi* and *T. pretiosum* showed preference for eggs with 24 hours old, while *T. atopovirilia* preferred eggs with 72 hours. The number of parasitoids emerged showed that the age of the egg only influenced the emergence of adults of *T. acacioi* in eggs with 72 hours of age. However, the sex ratio of *T. acacioi* was affected negatively, showing an inverse proportion between the number of females and time of embryonic development of eggs. Females of *T. atopovirilia* and *T. pretiosum* showed longer longevity in eggs in 72 hours, while *T. acacioi* eggs obtained better results in 24 hours. It is concluded that *T. atopovirilia* is the most adapted species to the parasitism of *C. vestigialis*, presenting lower changes in biological characteristics evaluated in different generations and weather conditions studied.

KEYWORDS: Poplar moth, biological control, egg parasitoids, selection of species, temperature, host age.

Introdução Geral

A lagarta-do-álamo, *Condyloporrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), é considerada a principal praga de uma planta da família *Salicaceae*, gênero *Populus*, conhecida popularmente como Álamo ou Choupo. Segundo Machado (2006) é originário de regiões de clima temperado e frio do Hemisfério Norte, onde são amplamente cultivados, constituindo-se como uma das principais espécies econômicas.

Esta planta é cultivada no Brasil para suprir a indústria do fósforo na fabricação de palitos e caixas. Na região de São Mateus do Sul – PR, nas últimas décadas, o nível de desfolha causada por essa praga chegou a mais de 50%, porém em viveiros de segundo ano os estragos causados foram ser maiores, já que as folhas são inteiramente consumidas e a desfolha pode chegar a 100%.

Esses danos causados por *C. vestigialis* reduzem consideravelmente o crescimento vegetal, o que torna seu controle uma necessidade. Esta atividade tem sido feita com sucesso principalmente com a aplicação de produtos químicos, especificamente com o ingrediente ativo deltametrina do grupo dos piretróides (Trefflich & Souza 2000).

No entanto o controle químico é atualmente bastante questionado devido aos impactos negativos resultantes do seu uso (Fitt 1989, Luttrell *et al.* 1994, Ahmad *et al.* 2003) na quebra do equilíbrio ecológico reduzindo a atuação dos agentes naturais de controle (Naranjo 2001). Outro agravante são as sensíveis condições do ambiente de várzea onde o álamo é cultivado, fazendo com que pesquisadores e silvicultores envolvidos com esta cultura procurem novas alternativas no controle, que causem o menor impacto ambiental. (Castro *et al.* 2003).

O controle biológico de insetos-praga em diversas culturas de interesse econômico mostra-se como uma opção viável na redução do uso de inseticidas químicos e na busca

de um sistema de agronegócio sustentável. Para o sucesso de um programa de controle biológico é importante a escolha adequada de uma espécie ou linhagem de inimigo natural a ser utilizada.

Os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são os agentes mais comumente utilizados para o controle biológico de pragas em várias partes do mundo (Li 1994, Smith 1996, Pinto 1997, Nava *et al.* 2007). A utilização desses insetos se deve à eficiência, ampla distribuição geográfica, à facilidade de criação massal em laboratório, o baixo custo de produção e ao fato de que diversas espécies de *Trichogramma* já foram encontradas em mais de 200 hospedeiros, pertencentes a mais de 70 famílias e oito ordens de insetos, sendo mais comumente encontrados parasitando lepidópteros. (Hassan 1993, Zucchi & Monteiro 1997, Haji *et al.* 2002).

No Brasil, *Trichogramma* apresenta um grande potencial de utilização, uma vez que são relatadas 14 espécies, as quais parasitam diferentes hospedeiros (Zucchi & Monteiro 1997). Esses agentes vêm sendo utilizados com sucesso no combate de pragas em culturas como algodão, milho, soja, cana-de-açúcar e tomate (Parra *et al.* 2002) assim como são importantes no controle de pragas florestais, sendo *T. demoraesi* (Nagaraja), *T. soaresi* (Nagaraja), *T. manicobai* Brun, *T. caiaposi* Brun, *T. acacioi* Brun e *T. maxacalii* Voegelé & Pointel (Hymenoptera: Trichogrammatidae), relatadas parasitando muitas espécies de Lepidoptera em plantios de eucalipto (Oliveira *et al.*, 2000). No entanto, para que o controle biológico com parasitóides de ovos seja implementado, é necessário que se conheçam as espécies mais viáveis para serem utilizadas especificamente para o hospedeiro em estudo, tendo em vista seus aspectos biológicos, sua eficiência e a possibilidade de sua produção em laboratório.

Atualmente no país, o uso destes himenópteros parasitóides vem sendo realizado com espécies e linhagens obtidas e adaptadas nas regiões de clima tropical brasileira. Estes, quando utilizados em regiões mais frias do país podem apresentar perdas com relação à eficiência no controle de pragas, já que o potencial pode ser afetado sob condições adversas, alterando a duração do ciclo de vida, parasitismo, razão sexual e longevidade dos insetos (Hoffmann & Hewa-Kapuge 2000, Molina *et al.* 2005).

Em 1998 o grupo de pesquisa do Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), identificou cinco espécies de *Trichogramma*. Destas, *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* ainda são mantidas no LCII, uma vez que são as espécies mais freqüentes em campo e mais adaptadas às condições climáticas da região (Avanci 2004; Avanci *et al.* 2005).

Tendo em vista a crescente necessidade no controle da mariposa-do-álamo, a primeira etapa deste trabalho teve por objetivos determinar a eficiência das linhagens de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* criadas no LCII como potenciais agentes de controle de *C. vestigialis* e o efeito das sucessivas gerações utilizando ovos deste hospedeiro. Alguns trabalhos demonstram que através das exigências térmicas é possível prever a temperatura ideal de desenvolvimento, planejar a criação dos parasitóides em laboratório, além de prever a data de emergência dos insetos que serão liberados em campo (Haddad *et al.* 1999; Avanci 2004; Zago *et al.* 2006), portanto a segunda etapa objetivou estabelecer a temperatura mais apropriada ao desenvolvimento e produção dos parasitóides. A terceira etapa do estudo buscou avaliar a influência da fase embrionária dos ovos desse hospedeiro sobre o parasitismo das três espécies de *Trichogramma*, para obter informações importantes sobre as características biológicas dos parasitóides a serem utilizados para o controle de *C. vestigialis* e assim determinar a espécie mais eficiente no controle biológico deste inseto-praga.

Literatura Citada

- Ahmad, N., B. Fatima, G.Z. Khan & N.A. Salan. 2003.** Field management of insect pests of cotton through augmentation of parasitoids and predators. *Asian J. Plant Sci.* 2: 563-565.
- Avanci, M.R.F. 2004.** 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. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 114p. Tese de Doutorado.
- Avanci, M.R.F., L.A. Foerster & C.L. Cañete. 2005.** Natural parasitism in eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera:Trichogrammatidae) in Brazil. *Rev. Bras. Entomol.*, 49: 148-151.
- Castro, M.E.B., Z.M.A. Ribeiro, M.L. Souza, N.J. Sous & F. Moscardi. 2003.** Identificação do baculovirus da lagarta-do-álamo *Condylorrhiza vestigialis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Pyralidae). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado técnico 87p. Brasília.
- Fitt, G.P. 1989.** The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 34: 17-52.
- Haddad, M.L., J.R.P. Parra & R.C.B. Moraes. 1999.** Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento dos insetos. Piracicaba, FEALQ, 29p.
- Haji, F.N.D., L. Prezotti, J.S. Carneiro & J.A. Alencar. 2002.** *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial, in: Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho,

- B.S. Corrêa-Ferreira e J.M.S. Bento (eds). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole. 28: 477 - 494.
- Hassan, S. 1993.** The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pest. Sci.* 37: 387 – 391.
- Hoffmann, A.A. & S. Hewa-Kapuge. 2000.** Acclimation for heat resistance in *Trichogramma nr. brassicae*: can it occur without costs? *Funct. Ecol.* 14: 55-60.
- Li, L.Y. 1994.** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. p. 37-51. In: Wajnberg, E. & S. A. Hassan (eds), *Biological control with egg parasitoids*. CAB International, 286p.
- Luttrell, R.G., G.P. Fitt, F.S. Ramalho & E.S. Sugonyaev. 1994.** Cotton pest management: part 1. a worldwide perspective. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 517-526.
- Machado, E.B. 2006.** Controle de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), a mariposa do álamo, com o uso de *C. vestigialis multiplenucleopolyhedrovirus* em condições de laboratório e campo. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 62p. Dissertação de Mestrado.
- Molina, R.M.S., V. Fronza & J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. *Rev. Bras. Entomol.* 49: 152-158.
- Naranjo, S.E. 2001.** Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 835-852.
- Nava, D. R., K.M. Takahashi, & J.R.P. Parra. 2007.** Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para controle de *Stenoma catenifer*. *Pesq. agropec. bras.*, 42: 9-16.
- Oliveira, H. N., J. C. Zanuncio, D. Pratisoli & I. Cruz. 2000.** Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae) parasitoid of the *Eucalyptus*

- defoliator *Euselasiaapisaon* (Lep.: Riodinidae) on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). *Forest Ecology and Management*, 130: 1-6.
- Parra, J.R.P., S.G. 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.
- 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.
- Smith, S.M. 1996.** Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 375-406.
- Trefflich, k. & N.J. Sousa. 2000.** Eficiência de três produtos químicos para o controle de *Condylorrhiza vestigialis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Pyralidae). in: Sanqueta, C. R. (Ed.). *Floresta*. Curitiba: FUPEF, p. 182.
- Zago, H. B., D. Pratissoli, R. Barros & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos. *Neotrop. Entomol.* 35: 377-381.
- Zucchi, R. A. & R.C. Monteiro. 1997.** O gênero *Trichogramma* na América do Sul. p. 183-205. in: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

CAPÍTULO I

**SELEÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Trichogramma* (Hymenoptera:
Trichogrammatidae), COMO POTENCIAIS AGENTES DE CONTROLE DE
Condylorrhiza vestigialis (Lepidoptera: Crambidae)**

Formatado conforme “Instruções aos Autores” da revista *Neotropical Entomology*

SELECTION OF THREE SPECIES OF *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
AS POTENTIAL AGENTS FOR CONTROL OF *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera:
Crambidae)

ABSTRACT - The idea of this work was to select the species/strain of *Trichogramma* best adapted to control *Condylorrhiza vestigialis*. Parasitism capacity, fecundity and the comparison of 4 generations of the species of parasitoids were conducted at $20 \pm 1^\circ\text{C}$, RH $70 \pm 10\%$ and photo phase of 12 hours, with females of *T. pretiosum*, *T. acacioi* and *T. atopovirilia* separately, being exposed to 20 eggs of *C. vestigialis* for 24 hours. The typical parasitism presented by *T. atopovirilia* was 11.4 ± 1.79 eggs, significantly higher than those observed for the two other species. This was also the trend for average number of parasitoids emerged. The sex ratio of all species always remained above 0.50 and the number of parasitoids per egg above 1. Females lived longer than males in all species and highest average longevity (17.7 days) was found for *T. atopovirilia*. In evaluating offspring fertility it was observed that the highest concentration of parasitism occurred in the first 24 hours and more than 80% for *T. pretiosum* and *T. acacioi*, of the total parasitized eggs occurred in the first three days after emergence of the adults. Over the generations the number of eggs parasitized suffered a growing trend, with the lowest values found in the F₁ generation and the largest generation in F₄. The number of parasitoids emerged, sex ratio and parasitoids/egg were not affected over the generations. The species *T. atopovirilia* showed the largest number of eggs parasitized, parasitoids emerged and longevity, proving to be more suitable to the eggs of *C. vestigialis*.

KEY WORDS: Insecta, selection of species, capacity of parasitism, fecundity, generations, egg parasitoids.

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo selecionar a espécie/linhagem de *Trichogramma* melhor adaptada ao controle de *Condylorrhiza vestigialis*. Os experimentos de capacidade de parasitismo, fecundidade e a comparação de 4 gerações das espécies de parasitóides foram realizados na temperatura de $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, com fêmeas de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia*, separadamente, sendo expostas a cartelas contendo 20 ovos de *C. vestigialis* durante 24 horas. O parasitismo médio apresentado por *T. atopovirilia* foi de $11,4 \pm 1,79$ (ovos), significativamente maior que os observados para as demais espécies avaliadas, esta também foi a tendência observada para número médio de parasitóides emergidos. A razão sexual de todas as espécies se manteve sempre acima de 0,50 e o número de parasitóides por ovo acima de 1. As fêmeas foram mais longevas que os machos e a maior média (17,7 dias) encontrada para *T. atopovirilia*. Na avaliação da fecundidade dos descendentes a maior concentração de parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas e mais de 80%, para *T. pretiosum* e *T. acacioi*, do total de ovos parasitados ocorreu nos primeiros três dias após a emergência dos adultos. Ao longo das gerações o número de ovos parasitados sofreu uma tendência crescente, sendo os menores valores encontrados na geração F_1 e os maiores na geração F_4 . O número de parasitóides emergidos, razão sexual e parasitóides por ovo não foi afetado ao longo das gerações. A espécie *T. atopovirilia* apresentou maior número de ovos parasitados, parasitóides emergidos e longevidade, demonstrando ser a mais adaptada aos ovos de *C. vestigialis*.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, seleção de espécies, capacidade de parasitismo, fecundidade, gerações, parasitóide de ovos.

Introdução

Em um programa de controle biológico de insetos é importante a escolha adequada da espécie do inimigo natural a ser utilizado. No gênero *Trichogramma* existe um grande número de espécies parasitas exclusivos de ovos, atacando principalmente espécies da ordem Lepidoptera (Resende & Ciociolla 1996). Podem ser classificados como generalistas, mas com certa preferência hospedeira (Monje *et al.* 1999, Pratissoli & Parra 2001, Mansfield & Mills 2003), devido às características genéticas, que condicionam respostas a estímulos nos inimigos naturais (Vinson 1997).

Diversos estudos têm demonstrado que sucessos no uso destes parasitóides de ovos dependem, dentre outros fatores, da escolha das espécies e/ou linhagens a serem utilizadas, pois é determinante o emprego dos mais eficientes, melhor adaptados à cultura, hospedeiro e às diferentes condições climáticas de uma determinada região (Hassan 1997, Avanci 2004, Molina & Parra 2006).

O conhecimento sobre o potencial biológico dos agentes de controle de uma determinada praga é importante, uma vez que poderá indicar as diferenças no desenvolvimento, fecundidade e longevidade. Marston & Ertle (1973), Lewis *et al.* (1976), Bai *et al.* (1992), Zamoner (2005) verificaram que hospedeiros maiores fornecem mais nutrientes para o desenvolvimento dos descendentes e que ovos de tamanho reduzido produzem indivíduos com menor fecundidade, longevidade, capacidade de dispersão e tolerância a variações climáticas.

Apesar da grande gama de hospedeiros que as espécies de *Trichogramma* apresentam, não há registros deste parasitóide em ovos de *C. vestigialis*, principal praga do álamo. Desta forma objetivou-se obter informações sobre a biologia de *T. acacioi*, *T.*

atopovirilia e *T. pretiosum* e obtidas na região subtropical brasileira a fim de determinar a espécie melhor adaptada ao controle deste inseto-praga.

MATERIAL E MÉTODOS

MANUTENÇÃO DAS CRIAÇÕES DOS HOSPEDEIROS

Pseudaletia sequax

No LCII-UFPR, as três espécies de *Trichogramma* foram mantidas em ovos da lagarta-do-trigo, *Pseudaletia sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae) devido a facilidade na criação e ao alto nível de parasitismo apresentado nos ovos deste hospedeiro.

A criação foi realizada em câmaras climatizadas reguladas a $20 \pm 1^\circ$ C, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Os adultos foram criados em gaiolas de madeira de 34 x 30 x 48 cm, com as paredes e teto telados para facilitar a ventilação. A alimentação foi fornecida em algodão embebido em solução de mel a 10%, depositado em placas de petri. Como substratos para oviposição foram utilizadas folhas de papel de seda dobradas e fixadas nas paredes laterais da gaiola (Salvadori & Parra 1990).

Aproximadamente 150 ovos foram separados semanalmente em placas de petri forradas com papel filtro umedecido. As lagartas recém eclodidas foram colocadas coletivamente em copos de 250mL contendo dieta artificial (Marchioro, 2007), onde permaneceram até aproximadamente o segundo instar e posteriormente individualizadas em copos plásticos de 50 mL com dieta até a fase de pupa. As pupas foram agrupadas conforme a data de formação e, um dia antes da data prevista para a emergência, transferidas para a gaiola dos adultos.

Condylorrhiza vestigialis

A criação de *C. vestigialis* foi realizada em sala climatizada à $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa superior a $70 \pm 10\%$. Os adultos foram mantidos em gaiolas plásticas medindo 31,5 x 22 x 32cm. Cortes de aproximadamente 2 mm de largura foram feitos na tampa e na parte inferior da gaiola, por onde eram colocados os papéis brancos destinados à oviposição. Também foi feita uma abertura superior para a manipulação dentro da gaiola.

Três vezes por semana, aproximadamente 100 ovos de *C. vestigialis* foram separados e imersos em solução de sulfato de cobre 5% por 5 minutos e depois lavados em água. Estes permaneciam sobre a bancada até secagem e então eram grampeados nas tampas plásticas de copos de 300mL de papelão parafinado, nos quais continham dieta artificial. As lagartas permaneciam nestes copos até o 12º dia, de onde eram transferidas em número de 4 para copos plásticos de 50 mL com dieta até atingirem a fase de pupa. As pupas eram retiradas e separadas em placas de petri forradas com papel umedecido. Um dia antes da emergência dos adultos, as pupas eram transferidas para a gaiola. A alimentação dos adultos consistia de solução nutritiva (solução estoque e cerveja).

Para a solução estoque foram utilizados 1 litro de água destilada, 60 gramas de açúcar, 1 grama de nipagin, 10 gramas de mel. A solução final foi preparada no momento do uso, na proporção de três partes da solução estoque por uma parte de cerveja.

MANUTENÇÃO DAS COLÔNIAS DOS PARASITÓIDES

Os parasitóides *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* são mantidos constantemente no LCII da Universidade Federal do Paraná, utilizando-se como hospedeiro, ovos de *P. sequax*.

A criação dos parasitóides é mantida em câmara climatizada à $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, que é a temperatura média durante os meses de verão no sudeste do Paraná, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Três vezes por semana cerca de 200 ovos de *P. sequax* são transferidos para tubos de ensaio de 1,0 x 10 cm, onde são submetidos ao parasitismo por cerca de 10 fêmeas de cada espécie de parasitóides separadamente. Após 72 horas, as fêmeas eram eliminadas e as cartelas com ovos mantidas, recebendo diariamente tiras de papel filtro umedecida até a emergência dos adultos. Os adultos são alimentados com mel e utilizados para as atividades experimentais ou para a manutenção da criação.

MANUTENÇÃO DAS COLÔNIAS DOS PARASITÓIDES EM OVOS DE *CONDYLORRHIZA VESTIGIALIS*

Visando obter informações básicas sobre os aspectos biológicos de *T. acacioi*, *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em ovos de *C. vestigialis*, foi mantida uma criação destes parasitóides por 4 gerações, em câmaras climatizadas à $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas recebendo ovos deste hospedeiro. Duas vezes por semana cerca de 100 ovos hospedeiros foram transferidos para tubos de ensaio de 1,0 x 10 cm, onde foram submetidos ao parasitismo por aproximadamente 10 fêmeas de cada espécie de parasitóide separadamente. Após 72 horas, as fêmeas foram eliminadas e as cartelas com ovos mantidas, recebendo umidade até a emergência dos adultos. Os

adultos foram alimentados com filetes de mel puro e utilizados para as atividades experimentais ou para a manutenção da criação.

POTENCIAL BIOLÓGICO DE *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* PARASITANDO OVOS DE *C. vestigialis*

Os experimentos foram realizados em câmara climatizada à $20^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Vinte fêmeas de cada espécie de *Trichogramma* originados de ovos de *P. sequax*, recém-emergidas, foram individualizadas em tubos de vidro (1,0 x 10 cm) e para cada fêmea foi ofertada uma cartela de papel contendo 20 ovos de *C. vestigialis*. Após 24h de exposição dos ovos, os parasitóides foram removidos e as cartelas mantidas nos tubos de vidro nas condições de temperatura, umidade e fotofase previamente mencionados. Lagartas recém-eclodidas dos ovos não parasitados foram removidas para não afetar o desenvolvimento dos ovos parasitados.

Após a emergência dos parasitóides foi registrada a duração do período ovo-adulto, número de parasitóides emergidos e não emergidos, número de adultos emergidos por ovo e a razão sexual, sendo o sexo dos indivíduos determinado com base nas características morfológicas das antenas (Bowen & Stern 1966). Os parasitóides emergidos foram alimentados com mel e observados diariamente para acompanhamento da longevidade.

Dez casais de cada espécie de *Trichogramma* recém-emergidos foram individualizados para o estudo de capacidade reprodutiva. Vinte ovos/dia de *C. vestigialis* foram ofertados durante cinco dias consecutivos a cada uma das fêmeas copuladas.

Posteriormente, os ovos foram armazenados, na mesma temperatura, até a emergência dos adultos, para avaliação do número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos.

POTENCIAL BIOLÓGICO DE *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* CRIADOS EM OVOS DE *C. vestigialis* EM QUATRO GERAÇÕES.

As comparações dos aspectos biológicos entre quatro gerações de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* foram realizados em câmaras climatizadas na temperatura de 20° ($\pm 1^\circ\text{C}$), com fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Para cada espécie de *Trichogramma*, dez fêmeas recém-emergidas de ovos de *C. vestigialis* foram individualizadas em tubos de vidro (1,0 x 10 cm) e para as quais foram ofertadas cartelas de papel contendo 20 ovos. Após 24h de exposição dos ovos, os parasitóides foram removidos e as cartelas mantidas nos tubos de vidro nas condições de temperatura, umidade e fotofase mencionados anteriormente.

Para cada geração foi registrada a duração do período ovo-adulto, realizada através de observações diárias; número de ovos parasitados, parasitóides emergidos, número de adultos emergidos por ovo e a razão sexual. Os parasitóides emergidos foram alimentados com mel e observados diariamente para acompanhamento da longevidade.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, os dados referentes a ovos parasitados, parasitóides emergidos, tempo de desenvolvimento, número de parasitóides por ovo e razão sexual foram transformados pela fórmula $\sqrt{(x + 0,5)}$ e posteriormente submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo

teste de Tukey ($P \leq 0,05$). A razão sexual foi calculada a partir da fórmula: $rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / (n^\circ \text{ de fêmeas} + n^\circ \text{ de machos})$.

Os dados de longevidade foram submetidos diretamente a análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Para ambos os testes foi utilizado o programa STATISTICA V. 7.0.61.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

POTENCIAL BIOLÓGICO DE *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* PARASITANDO OVOS DE *C. vestigialis*.

O parasitismo médio de *T. atopovirilia* sobre os ovos de *C. vestigialis* foi de $11,4 \pm 1,79$ ovos/fêmea, significativamente maior que os observados para as demais espécies avaliadas. Não foi encontrada diferença estatística entre *T. pretiosum* e *T. acacioi*, espécies que apresentaram número médio de ovos parasitados por fêmea de 4,7 e 2,9, respectivamente. Esta tendência também pode ser observada na média de parasitóides emergidos (Tabela 1).

Segundo Meira (2008) *T. atopovirilia* parasitou o maior número de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) (13,2), seguido por *T. pretiosum* (9,2), *T. acacioi* (7,8), assim como Beserra & Parra (2004), que utilizaram os mesmos parasitóides em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), demonstrou que *T. atopovirilia* foi a espécie com maior agressividade.

Entretanto Navarro & Marcano (1999) indicam maior parasitismo de *H. zea* por *T. pretiosum* quando comparado a *T. atopovirilia*. Silva (2007) observou que em ovos de *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidoptera: Pyralidae), *T. pretiosum* apresenta melhor taxa de

parasitismo com aproximadamente 26% de ovos parasitados, enquanto que para *T. atopovirilia* não foi observado parasitismo.

As diferenças no potencial parasítico apresentado por espécies de *Trichogramma* em diferentes espécies têm sido relatadas em várias pesquisas (Torres & Gerding 2000, Pratisoli *et al.* 2004, Molina *et al.* 2005, Molina & Parra 2006, Silva 2007, Meira 2008) e podem estar relacionadas a diferentes fatores, entre eles, às características intrínsecas de cada espécie/linhagem ou até mesmo à espessura e dureza do córion (Pak *et al.* 1990).

Não houve diferença estatística no tempo de desenvolvimento entre as espécies de *Trichogramma*, onde se pode observar uma variação entre 17,0 e 17,6 dias para *T. pretiosum* e *T. acacioi* respectivamente (Tabela 1).

Estes resultados estão próximos aos encontrados por Pereira *et al.* (2004) utilizando *T. pretiosum* e *T. exiguum* criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), onde o período pré-imaginal a 20°C foi de 18,1 e 17,2 dias. Molina *et al.* (2005) utilizando *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* parasitando ovos de *Ecdyolopha aurantiana* (Lima) (Lepidoptera: Tortricidae) a 20°C, encontrou variação de 16,1 a 14,9 dias.

Nava *et al.* (2007) utilizando *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) a 25°C, observou que as espécies demoram 9,2 e 10,2 dias para completarem seu desenvolvimento, respectivamente. A duração média do período ovo-adulto para *T. galloi* Zucchi criado em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) a 26°C, foi de 9,4 dias (Pereira-Barros *et al.* 2005). Alencar *et al.* (2000) verificaram uma duração média de 9,4 dias para *T. pretiosum* criado em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) mantidos a 25,9°C.

Na literatura existe um grande número de resultados que divergem dos observados neste trabalho, porém estes experimentos foram realizados a 25°C, temperatura que proporciona um aumento significativo na velocidade de desenvolvimento destes parasitóides (Butler-Junior & Lopez 1980, Yu *et al.* 1984, Bleicher & Parra 1990, Pratisoli & Parra 2000).

Tabela 1. Média \pm Erro Padrão (E.P.) de ovos parasitados e parasitóides emergidos, tempo de desenvolvimento (dias) e razão sexual dos descendentes de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis*.

Espécies	Parasitismo	Parasitóides Emergidos	Duração do período embrionário	Razão Sexual
<i>T. atopovirilia</i>	11,4 \pm 1,79 _a	12,5 \pm 1,97 _a	17,3 \pm 0,13 _a	0,66 \pm 0,04 _a
<i>T. pretiosum</i>	4,7 \pm 1,71 _b	6,7 \pm 2,47 _b	17,0 \pm 0,00 _a	0,63 \pm 0,09 _a
<i>T. acacioi</i>	2,9 \pm 1,22 _b	4,2 \pm 1,76 _b	17,6 \pm 0,24 _a	0,56 \pm 0,05 _a

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

Avanci (2004) observou que o tempo de desenvolvimento de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* a 21°C em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) foi de 14,0; 12,9 e 13,9 dias, respectivamente.

Comparando os resultados de Avanci (2004) com os relatados neste trabalho pode-se inferir que o retardo na duração do ciclo (ovo-adulto) apresentado pode estar relacionado ao tamanho do ovo de *C. vestigialis*, que é visivelmente menor que o *A. gemmatalis*. Vinson 1997 e Pratisoli & Parra 2000 afirmam que ovos de menor volume são responsáveis por uma diminuição na quantidade de nutrientes requeridos pelas fases

imaturas de cada parasitóide para concluir seu desenvolvimento (Vinson 1997, Pratissoli & Parra 2000).

A razão sexual não apresentou diferença significativa entre as espécies de *Trichogramma* e manteve sempre o número de fêmeas superior ao de machos, variando de 0,66 a 0,56 para *T. atopovirilia* e *T. acacioi* (Tabela 1). Estes resultados se assemelham aos encontrados por Navarro & Marcano (1999) para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* parasitando ovos de *H. zea*, onde foi constatada uma variação entre 0,56 e 0,49, respectivamente. Nava *et al.* (2007), observou que *T. atopovirilia* apresentou razão sexual igual a 0,78 e *T. pretiosum* variou entre 0,64 e 0,79, dependendo da linhagem estudada.

Pratissoli *et al.* (2008) relatou valores superiores para a razão sexual de *T. acacioi* e *T. atopovirilia*, sendo eles sempre acima de 0,88, porém os autores explicam que os altos índices encontrados estão relacionados à adaptação entre as espécies de parasitóides de ovos e o hospedeiro utilizado, uma vez que já foram produzidas diversas gerações em tais condições, o que não acontece com as espécies utilizadas neste experimento.

Porém os resultados apresentados pelas três espécies de *Trichogramma* em ovos de *C. vestigialis* são desejáveis, pois indica um número maior de fêmeas em relação a machos, o que é importante para a manutenção das espécies tanto nas criações de laboratório como no campo, além de ser determinante para o sucesso de um plano de controle biológico aplicado (Borba *et al.*, 2006).

O número de adultos emergidos por ovo de *C. vestigialis* foi superior a 1 para todas as espécies de *Trichogramma*. *T. pretiosum* apresentou a maior média para esta variável atingindo 1,42 indivíduos por ovo, resultado que difere estatisticamente das demais

espécies. *T. atopovirilia* e *T. acacioi* não apresentaram diferenças estatísticas entre si (Figura 1).

Os dados relatados por Molina *et al.* (2005) corroboram com os observados neste estudo, já que utilizando *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* foram encontrados valores de 1,4 adultos por ovo de *E. aurantiana*, para ambas as espécies. Nava *et al.* (2007) também não observaram diferença estatística entre *T. atopovirilia* e a linhagem L3 de *T. pretiosum* sendo as maiores médias de adultos por ovo iguais a 1,21 e 1,03, respectivamente.

Bleicher & Parra (1989), Pratissoli & Oliveira (1999), Alencar *et al.* (2000); Fonseca (2001) demonstram resultados semelhantes em diferentes espécies de *Trichogramma* e hospedeiros, porém, valores distintos para esta variável foram citados por Cõnsoli *et al.* (2000) que, estudando o parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*, verificaram 0,98 parasitóides/ovo para *T. galloi* e de 0,84 para *T. pretiosum* em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera, Crambidae) e *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera, Noctuidae).

Beserra *et al.* 2003 descreve uma variação de 1,1 a 1,5 adultos de linhagens de *T. pretiosum* por ovo de *S. frugiperda* como vantajoso para o desenvolvimento de *Trichogramma*, já que mais nutrientes estarão disponíveis para a assimilação e desenvolvimento, resultando em indivíduos maiores e mais competitivos.

Portanto o aumento no número de indivíduos por ovo hospedeiro pode diminuir a qualidade do adulto gerado, refletindo na eficiência do controle, já que poderá resultar em uma menor quantidade de ovos parasitados.

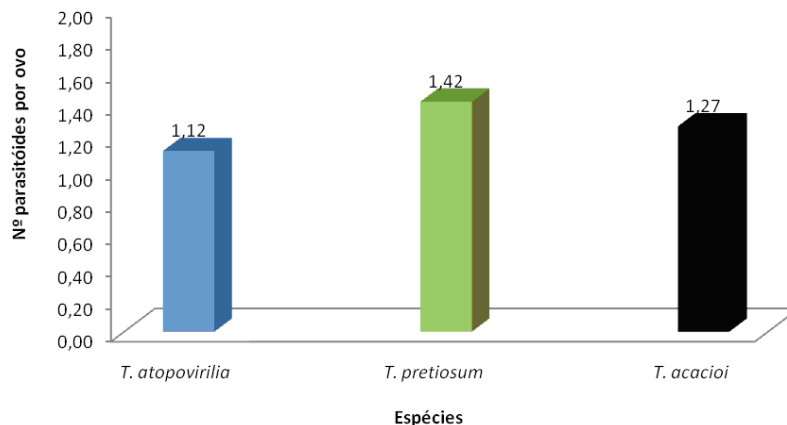


Figura 1. Número de adultos emergidos de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* por ovo de *C. vestigialis*.

A longevidade apresentada pelas fêmeas descendentes das três espécies de *Trichogramma* em ovos de *C. vestigialis* foi significativamente maior que as observadas para os machos. A média de vida variou entre 17,7 dias para fêmeas de *T. atopovirilia* e 7,7 dias para machos de *T. acacioi* (Tabela 2).

Confrontando os dados deste parâmetro entre as espécies estudadas pode-se afirmar que os descendentes de *T. atopovirilia*, de ambos os sexos, são mais longevos que os de *T. pretiosum* e *T. acacioi*, espécies que não diferem entre si (Tabela 2).

A longevidade das fêmeas de *T. atopovirilia* observada por Cañete & Foerster (2003) em ovos de *A. gemmatalis* a 25°C, variou entre 11,4 e 6,6 dias para fêmeas com presença e ausência de ovos hospedeiros, respectivamente. Avanci (2004) utilizando *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* também em *A. gemmatalis*, porém a 21°C, observou que as médias de vida das fêmeas foram de 13,2; 11,7 e 8,9 dias, enquanto para machos 11,4; 11,6 e 10 respectivamente, não encontrando diferença significativa entre elas.

Nava *et al.* (2007) relataram que diferentes linhagens de *T. pretiosum* provenientes de ovos de *E. aurantiana*, apresentaram variações significativas em sua longevidade com médias variando entre 11,5 e 8,47 para machos e 11,36 e 9,27 para fêmeas.

Tanto o hospedeiro no qual se desenvolve o parasitóide, quanto a origem (diferentes temperaturas do habitat e variações na alimentação de acordo com cada local), podem afetar a longevidade dos descendentes (Bleicher & Parra 1989, Pratisoli *et al.* 2004). Porém uma alta longevidade, como observada neste trabalho, é uma característica importante quando se pretende utilizar um inimigo natural para o controle de uma praga, já que insetos mais longevos permanecem mais tempo no ambiente e são, teoricamente, capazes de parasitar maior número de hospedeiros durante a fase adulta (Gomes & Parra 1998).

Tabela 2. Média (\pm E.P.) da longevidade (dias) dos descendentes de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* oriundos de ovos de *C. vestigialis*.

Sexo	Longevidade		
	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
♀	17,7 \pm 0,33 _{aA}	15,7 \pm 0,73 _{aB}	11,8 \pm 0,57 _{aC}
♂	14,2 \pm 0,43 _{bA}	8,1 \pm 0,63 _{bB}	7,7 \pm 0,53 _{bB}

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

No estudo da capacidade reprodutiva observou-se que a maior concentração de parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas e mais de 80% do total de ovos parasitados, para *T. pretiosum* e *T. acacioi*, e aproximadamente 70%, para *T. atopovirilia*, do total de ovos parasitados ocorreu nos primeiros três dias do estudo (Figura 2A).

T. atopovirilia obteve uma média de ovos parasitados por fêmea de 31,4, ou seja, um parasitismo diário de 6,3 ovos, nos cinco dias do experimento. Já os descendentes de *T. pretiosum* e *T. acacioi* parasitaram uma média de 20,4 e 9 respectivamente, sendo o parasitismo diário apresentado por estas espécies de 4,1 e 1,8 ovos (Tabela 3).

Já a média de parasitóides emergidos encontrados para *T. atopovirilia* foi de 35 indivíduos e 7 descendentes diários por fêmea. Para *T. pretiosum* e *T. acacioi* as médias obtidas foram de 22,3 e 9 indivíduos sendo 4,6 e 1,8 descendentes diários por fêmea (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros reprodutivos de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis*.

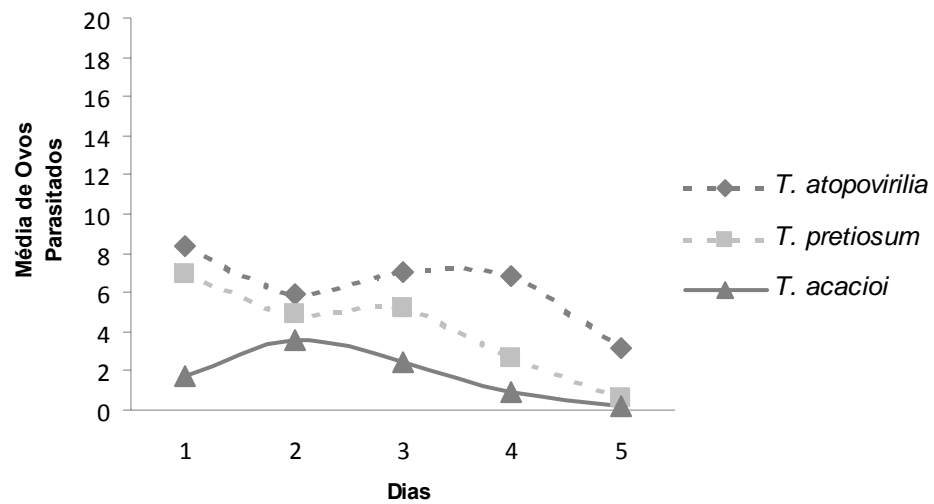
Parâmetro avaliado	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
Nº de ovos parasitados / fêmea	31,4 ± 3,37 _A	20,4 ± 4,44 _{AB}	9,0 ± 3,04 _B
Nº de descendentes / fêmea	35 ± 4,12 _A	22,3 ± 4,98 _{AB}	9,0 ± 3,24 _B
Nº de ovos parasitados / fêmea / dia	6,3 ± 0,64 _A	4,1 ± 0,60 _B	1,8 ± 0,43 _C
Nº de descendentes / fêmea / dia	7,0 ± 0,84 _A	4,6 ± 0,73 _B	1,8 ± 0,46 _C

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

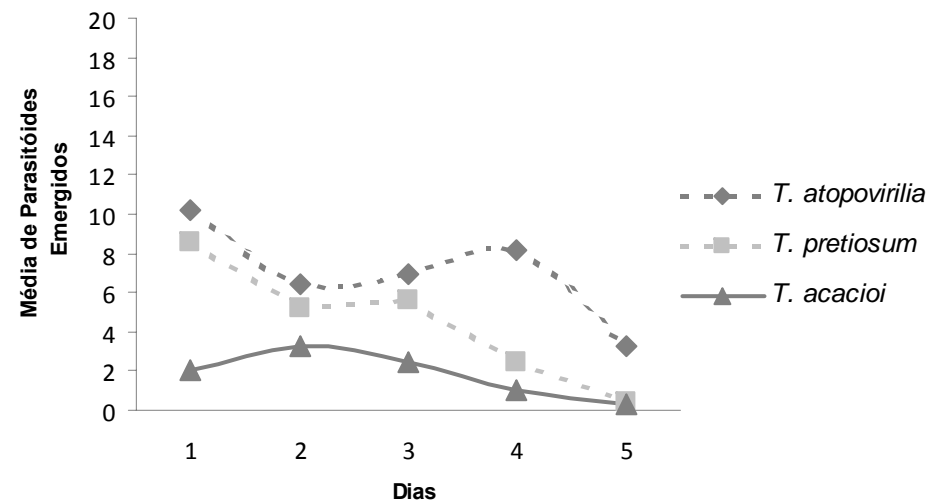
O número de ovos parasitados por fêmea de *T. atopovirilia* foi semelhante ao encontrado por Resende & Ciociola (1996), os quais obtiveram uma média de 45,2 ovos de *H. zea* parasitados por fêmeas da mesma espécie. Pastori *et al.* (2007) obtiveram uma média de 21,6 ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) parasitados por fêmea de *T. pretiosum*, resultado este que também corrobora com os encontrados no presente trabalho.

Cañete & Foerster (2003) observaram um total de 104,5 ovos de *A. gemmatalis* parasitados por *T. atopovirilia* sendo a média diária de 9,2 ovos e 12,1 descendentes. Já Avanci (1999) para *T. pretiosum*, também em ovos de *A. gemmatalis* apresentou total de 128,5 ovos parasitados por fêmea.

As diferenças entre este trabalho e os citados podem estar relacionadas às espécies hospedeiras utilizadas, visto que estes autores usaram ovos maiores de *H. zea* e *A. gemmatalis* em seus experimentos. Diferenças na biologia de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* em função do hospedeiro foram também constatadas por Cañete & Foerster (2003) e Kuhlmann & Mills (1999) respectivamente.



A



B

Figura 2. A e B: Média de ovos parasitados e parasitoides emergidos de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, respectivamente durante cinco dias seguidos.

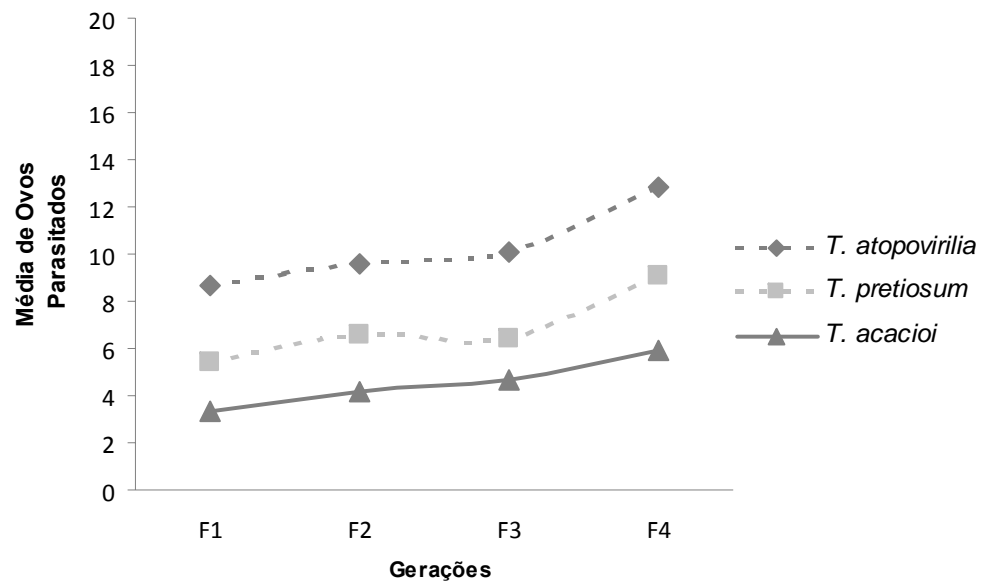
EFEITO DE SUCESSIVAS GERAÇÕES SOBRE O POTENCIAL BIOLÓGICO DE *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* CRIADOS EM OVOS DE *C. vestigialis*.

A média de ovos de *C. vestigialis* parasitados apresentou uma tendência de aumento ao longo das gerações, variando entre $8,7 \pm 1,26$ e $12,8 \pm 1,56$ para *T. atopovirilia*; $5,4 \pm 1,50$ e $9,1 \pm 0,97$ para *T. pretiosum* e $3,3 \pm 1,10$ e $5,9 \pm 1,22$ para *T. acacioi* (Figura 3A). Para as três espécies os menores valores foram encontrados na geração F₁ e os maiores na geração F₄, sendo estes, significativamente diferentes entre si.

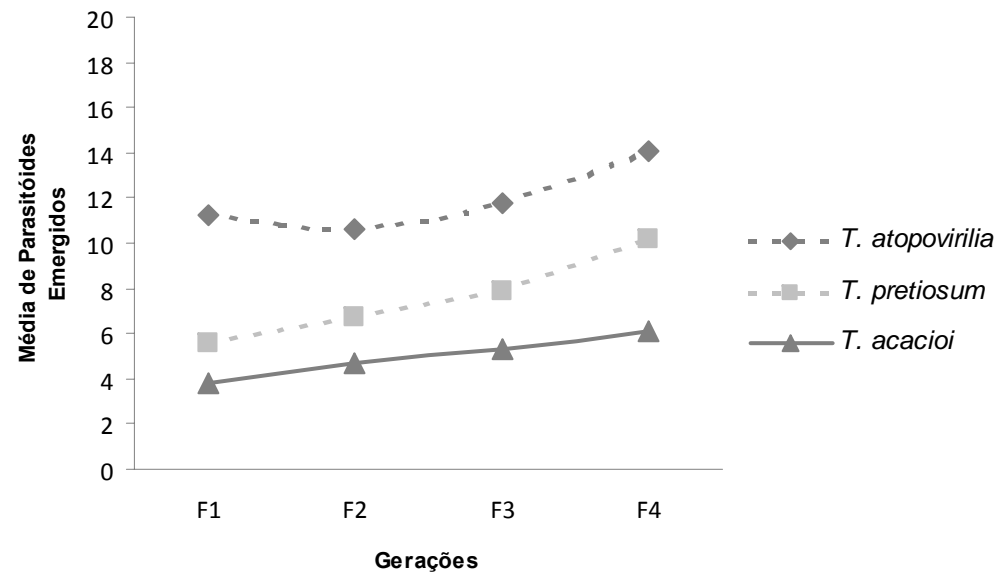
O número médio de parasitóides emergidos também apresentou um aumento gradativo, porém apenas nas gerações F₁ e F₄ de *T. pretiosum* e *T. acacioi* existe diferença estatística. Para *T. atopovirilia* o menor número de parasitóides foi obtido na geração F₂, não havendo diferença entre todas as gerações (Figura 3B).

Das três espécies estudadas, *T. atopovirilia* demonstrou melhores resultados em ambos os parâmetros, demonstrando estar mais capacitada ao parasitismo dos ovos de *C. vestigialis*. Porém os dados apresentados até a quarta geração mostram que ainda existe uma tendência de crescimento no número de ovos parasitados e parasitóides emergidos para as três espécies, ou seja, ainda não foi possível observar uma estabilidade para estes parâmetros biológicos, o que pode demonstrar que estes parasitóides ainda estão em processo de adaptação aos ovos deste hospedeiro.

O aumento no parasitismo também foi observado por Parra (1997), onde *T. galloi* precisou de quatro a cinco gerações para se adaptar a ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Nordlund *et al.* (1997), avaliando a porcentagem de parasitismo de *Trichogramma minutum* Riley por 10 gerações no hospedeiro *H. zea*, observaram um maior parasitismo na geração F7.



A



B

Figura 3. A e B: Média de ovos parasitados e parasitóides emergidos em 4 gerações para *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, respectivamente.

Gonçalves *et al.* (2003) utilizando *T. pretiosum* em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) verificaram crescimento da taxa de parasitismo até a geração F₁₁ e a partir desta houve um decréscimo no número de ovos parasitados. Este autor também não cita influência das gerações sobre a viabilidade dos ovos.

Volpe *et al.* 2006 não encontrou alterações na emergência de *T. pretiosum*, entre a geração F₁ e F₂, ocorrendo de forma análoga nos três hospedeiros testados. Resultados semelhantes para porcentagem de emergência de *T. pretiosum* foram encontrados por Pratisoli *et al.* (2004) em ovos de *A. kuhniella*, e Beserra & Parra (2004) em ovos de *S. frugiperda*.

O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto apresentado pelas três espécies de *Trichogramma* não foi afetado ao longo das gerações, variando entre $16,9 \pm 0,10$ e $17,3 \pm 0,13$ para *T. atopovirilia* e *T. acacioi* respectivamente, sem apresentar diferença estatística segundo o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) (Tabela 4).

Estes resultados são diferentes dos observados por Gonçalves *et al.* (2003) que observam uma variação de 12,0 (F₁) a 8,0 (F₂₂) dias, demonstrando uma tendência decrescente ao longo das 22 gerações estudadas. Porém até a décima geração observou-se pequenas oscilações na duração do ciclo biológico.

Segundo Volpe *et al.* (2006) estudando as alterações dos parâmetros biológicos de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *P. xylostella* o período de desenvolvimento do parasitóide na 2ª geração não sofreu nenhuma alteração quando criado nas três espécies hospedeiras, já que os tratamentos mostram-se estatisticamente iguais.

Tabela 4. Tempo de desenvolvimento (dias) ao longo de quatro gerações de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis*.

Geração	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
F ₁	17,3±0,11 _{aA}	17,1±0,14 _{aA}	17,3±0,13 _{aA}
F ₂	17,2±0,11 _{aA}	17,1±0,13 _{aA}	17,2±0,11 _{aA}
F ₃	16,9±0,10 _{aA}	17,2±0,11 _{aA}	17,1±0,10 _{aA}
F ₄	17,3±0,12 _{aA}	17,2±0,10 _{aA}	17,2±0,10 _{aA}

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

Não houve diferença significativa na razão sexual das espécies de parasitóides avaliadas em ovos de *C. vestigialis* (Tabela 5), observando-se uma variação de $0,54 \pm 0,06$ a $0,83 \pm 0,02$ respectivamente para *T. acacioi* e *T. atopovirilia*.

Valores superiores a estes foram registrados para 20 linhagens de *T. pretiosum*, em ovos de *S. frugiperda* (Beserra *et al.* 2003), e em 13 espécies e linhagens de *G. aurantianum* (Molina *et al.* 2005) enquanto que Sá & Parra (1994) registraram valores inferiores para duas linhagens de *T. pretiosum*, em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea*..

Entretanto, os valores apresentados por todas as espécies deste trabalho se mantiveram acima de 0,5, para todas as gerações, mostrando ser uma característica desejável para criações destes parasitóides mantidas em laboratório (Almeida & Silva 2002).

Tabela 5. Efeito de sucessivas gerações sobre as médias (\pm E.P.) da razão sexual apresentada por *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis*.

Geração	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
F ₁	0,76 \pm 0,03 _{aA}	0,72 \pm 0,08 _{aA}	0,66 \pm 0,05 _{aA}
F ₂	0,62 \pm 0,04 _{aA}	0,61 \pm 0,06 _{aA}	0,64 \pm 0,02 _{aA}
F ₃	0,73 \pm 0,03 _{aA}	0,64 \pm 0,03 _{aA}	0,62 \pm 0,05 _{aA}
F ₄	0,83 \pm 0,02 _{aA}	0,61 \pm 0,04 _{aA}	0,54 \pm 0,06 _{aA}

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 número de parasitóides emergidos por ovo não foi alterado com o passar das gerações para nenhuma das espécies e os seus valores estiveram sempre acima de um. (Tabela 6).

Tabela 6. Número de parasitóides emergidos por ovo (Média \pm E.P.), em dias, de três espécies de *Trichogramma* ao longo de quatro gerações.

Geração	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
F ₁	1,18 \pm 0,08 _{aA}	1,06 \pm 0,10 _{abB}	1,12 \pm 0,09 _{aAB}
F ₂	1,11 \pm 0,06 _{aA}	1,09 \pm 0,06 _{abA}	1,11 \pm 0,07 _{aA}
F ₃	1,16 \pm 0,06 _{aA}	1,02 \pm 0,08 _{bB}	1,13 \pm 0,05 _{aAB}
F ₄	1,13 \pm 0,07 _{aA}	1,18 \pm 0,07 _{aA}	1,09 \pm 0,08 _{aA}

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

Não foi observado efeito negativo das gerações sobre a longevidade das espécies de *Trichogramma* avaliadas já que não existe diferença estatística entre os valores para

as gerações F₁ e F₄, para machos e fêmeas. A longevidade apresentada por *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* não diferiu entre os tratamentos, porém nas gerações F₁, F₃ e F₄ verificou-se uma diferença estatística entre *T. atopovirilia* e *T. acacioi* (Tabela 7).

Estes resultados são semelhantes aos apresentados por Gonçalves *et al.* (2003) onde a longevidade de *T. pretiosum* criado sobre ovos de *S. cerealella* não diferiu estatisticamente até a nona geração e a partir da F₁₀ houve uma redução significativa no tempo de vida das fêmeas até a F₂₂.

Tabela 7. Longevidade (Média ± E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *C. vestigialis* por diferentes gerações.

Geração	Sexo	Longevidade (dias)		
		<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
F ₁	♀	17,0 ± 1,62 _{abA}	16,0 ± 1,71 _{abAB}	10,4 ± 1,63 _{aB}
	♂	11,6 ± 1,15 _{bcA}	10,6 ± 1,42 _{abA}	9,1 ± 1,29 _{aA}
F ₂	♀	15,2 ± 1,87 _{abcA}	15,2 ± 1,68 _{abA}	11,1 ± 2,11 _{aA}
	♂	9,3 ± 1,21 _{cA}	9,8 ± 1,34 _{bA}	8,8 ± 1,58 _{aA}
F ₃	♀	19,4 ± 2,00 _{aA}	17,4 ± 1,76 _{aAB}	12,8 ± 1,25 _{aB}
	♂	10,4 ± 1,50 _{bcA}	11,8 ± 1,73 _{abA}	9,1 ± 1,09 _{aA}
F ₄	♀	16,2 ± 2,29 _{abcA}	14,8 ± 1,82 _{abAB}	9,2 ± 1,35 _{aB}
	♂	13,6 ± 1,69 _{abcA}	11,0 ± 1,15 _{abAB}	8,4 ± 1,03 _{aB}

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

Nordlund *et al.* (1997) para *T. minutum* criados *in vitro* no hospedeiro *H. zea*, constataram uma diminuição gradativa na longevidade ao longo das 10 gerações estudadas, porém a diferença estatística só pode ser observada a partir da F₆.

Os parâmetros biológicos não foram afetados negativamente, demonstrando que ainda não se pode determinar, com o presente estudo, a geração chave para que seja feita manutenção gênica das criações a fim de evitar a perda de variabilidade genética dos descendentes e conseqüentemente a diminuição do potencial parasítico das espécies.

Segundo Wanjberg *et al.* (1989) e Pak & Van Lenteren (1986) a aceitação pelo hospedeiro não depende somente de herança genética, mas também de características herdadas ao longo de gerações.

Conclusões

Com os resultados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir:

1. A espécie *Trichogramma atopovirilia* apresentou maior número de ovos parasitados e parasitóides emergidos, demonstrando ser a mais eficiente no controle dos ovos de *Condylorrhiza vestigialis*;
2. A taxa de parasitismo apresentada por *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* apresentam tendência crescente ao longo das 4 gerações avaliadas;
3. Não se pôde determinar a “geração chave” para realizar a manutenção gênica das criações em ovos de *C. vestigialis*.

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* (Olivier). *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). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 86p. Dissertação de Mestrado.
- Avanci, M.R.F. 2004.** 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. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 114p. Tese de Doutorado.
- Bai, B., R. F. Luck, L. Forster, W. Stephens & J.A. Janssen. 1992.** The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. *Entomol. Exp. Appl.* 64: 37-48.
- Beserra, E.B., C.T.S. Dias, J.R.P. Parra. 2003.** Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Acta Sci.* 25: 479-483, 2003.
- Beserra, E.B. & J.R.P. Parra. 2004.** Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Plantner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Bras. Entomol.* 48: 119-126.
- 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. 1990.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. *Pesq. agropec. bras.* 25: 215-219.
- Borba, R. S., M.S. Garcia, A. Kovalesski, A. Comioto & R.L. Cardoso. 2006.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). *Ciênc. Rural.* 36: 1345-1352.
- Botelho, P.M. 1997.** Eficiência de *Trichogramma* em campo. p. 303-318. in: Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ. 324p.
- Bowen, W.R. & V.M. Stern. 1966.** Effect of temperature on production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59: 823-834.
- 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.
- 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, S.B. Vinson. 2000.** Estimating parasitoid immature mortality by comparing oviposition and pupal development of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley on natural and factitious hosts. *Rev. Bras. Biol.* 60: 381-387.
- Fonseca, F. L. 2001.** Ocorrência de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas localidades de Pelotas, Bento Gonçalves e Vacaria-RS e aspectos bioecológicos

- em ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae).
Dissertação de Mestrado, UFPel, Pelotas, 59 p.
- Gomes, S.M. & J.R.P. Parra. 1998.** The parasitism as a tool for factitious host selection for *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. Mitt. Biol. Bundesanstalt. 13-23.
- Gonçalves, J.R., A.M. Holtz, D. Pratissoli & R.N.C. Guedes. 2003.** Avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Acta Sci. Agron. 25: 485 – 489.
- Hassan, S.A. 1997.** Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico, p. 183-206. in Parra J.R.P. & R.A. Zucchi (eds), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Kuhlmann, U. & N.J. Mills. 1999.** Comparative analysis of the reproductive attributes of three commercially-produced *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Science and Technology 9: 335-346.
- Lewis, W.J., H.R. Jr. Gross, W.D. Perkins, E.F. Knipling & J. Vogelé. 1976.** Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. Environ. Entomol. 5: 449-452.
- Mansfield, S. & N.J. Mills. 2003.** A comparison of methodologies for the assessment of host preferences of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. Biol. Control 29: 332-340.
- Marchioro, C. A., 2007.** Efeito de dietas artificiais sobre o desenvolvimento e reprodução de *Pseudaletia sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae) e do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 102p. Dissertação de Mestrado

- Marston, N. & L.R. Ertle. 1973.** Host influence on the bionomics of *Trichogramma minutum*. Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 1155-1162.
- Meira, L.A. 2008.** Desempenho de espécies de *Trichogramma* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Plutella xylostella* L. (Lepidóptera: Plutellidae) e *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidóptera: Noctuidae). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 41p. Dissertação de Mestrado.
- Molina, R.M.S., V. Fronza & J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. Rev. Bras. Entomol. 49: 152-158.
- Molina, R.M.S & J.R.P. Parra. 2006.** Seleção de linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) e determinação do número de parasitóides a ser liberado para o controle de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera: Tortricidae). Rev. Bras. Entomol. 50: 534-539.
- Monje, J.C., C.P.W. Zebitz & B. Ohnesorge. 1999.** Host and host age preference of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on different hosts. J. Econ. Entomol. 92: 97-103.
- Nava D.E., K.M. Takahashi & J.R.P. Parra. 2007.** Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para controle de *Stenomoma catenifer*. Pesq. agropec. bras. 42: 9-16.
- Navarro, R. & R. Marcano. 1999.** Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. Bol. Entomol. Venez. 14: 87-93.
- Nordlund, D.A., Z.X. Wu & S.M. Greenberg. 1997.** In Vitro rearing of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for ten generations, with quality assessment comparisons of “in vitro” and “in vivo” reared adults. Biol. Control. 9: 201-

207.

- Pak, G & J.C. Van Lenteren. 1986.** Criteria and methods for the pre-release evaluation of different *Trichogramma* sp. strains. In: Ed. INRA, Paris. 43: 433-442.
- Pak, G.A., A. Vandalen, N. Kaashoek & H. Dijkman. 1990.** Host egg chorion structure influencing host suitability for the egg parasitoid *Trichogramma* Westwood. *Journal of Insect Physiology*. 36: 247-258.
- Parra, J.R.P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. p 121-150. in: Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba. FEALQ, 1997. 324p.
- Pastori, P.L., L.B. Monteiro, M. Botton & D. Pratissoli. 2007.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. *Neotrop. Entomol.* 36: 926-931.
- Pereira-Barros, J.L., S.M.F. Broglio-Micheletti, A.J.N. Santos, L.W.T. Carvalho, L.H.T. Carvalho & C.J.T. Oliveira. 2005.** Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). *Ciênc. agrotec.* 29: 714-718.
- Pereira, F.F., R. Barros, D. Pratissoli & J.R.P. Parra. 2004.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotrop. Entomol.* 33: 231-236.
- Pratissoli, D. & H.N. Oliveira. 1999.** Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. *Pesq. agropec. bras.* 34: 891- 896.
- 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.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2001.** Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 277-282.
- Pratissoli D., F.F. Pereira, R. Barros, J.R.P. Parra, C.L.T. Pereira. 2004.** Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. Hortic. Bras. 22: 754-757.
- Pratissoli, D., R.A. Polanczyk, A.M. Holtz, L.P. Dalvi, A.F. Silva, L.N. SILVA. 2008.** Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamondback moth. Hortic. Bras. 26: 194-196.
- Resende, D.L.M.C. & A.I. Ciociolla. 1996.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas. Ciênc. e agrotec. 20: 421-424.
- Sá, L.A.N. & J.R.P. Parra. 1994.** Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) egg. J. Appl. Entomol. 118: 38-43.
- Salvadori, J.R. & J.R.P. Parra. 1990.** Desempenho de *Pseudaletia sequax* (Lep.: Noctuidae) em dietas naturais e artificiais. Pesq. Agropec. Bras. 25: 1679-1686.
- Silva, A.F. 2007.** Seleção, biologia e exigências térmicas de *Trichogramma* sp. criados em ovos de *Diaphania nitidalis* Cramer (Lepidoptera: Pyralidae). Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre. 58p. Dissertação de Mestrado.

- Torres P.C. & M. Gerding P. 2000.** Evaluación de cinco especies de *Trichogramma* como posibles agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Agric. Tec. 60: 282–288.
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p. 67-119. in J.R.P Parra & R.A Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Volpe, H.X.L., S.A. De Bortoli, R.T. Thuler, C.L.T.P. Viana & R.M. Goulart. 2006.** Avaliação de características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em três hospedeiros. Arq. Inst. Biol. 73: 311-315.
- Wajnberg, E., J. Pizzol & M. Babault. 1989.** Genetic variation in progeny allocation in *Trichogramma maidis*. Entomol. Exp. Appl. 53: 177-187.
- Yu, D. S. K., E. A. C. Hagley & J. E. Laing. 1984.** Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in Southern Ontario. Environ. Entomol. 13: 1324-1329.
- Zamoner, M. 2005.** Efeito do volume de ovos hospedeiros sobre o desenvolvimento, capacidade de parasitismo e longevidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 44p. Dissertação de Mestrado.

CAPÍTULO II

EFEITO DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO, LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) EM OVOS DE *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae)

EFFECT OF TEMPERATURE ON DEVELOPMENT, LONGEVITY AND REPRODUCTION
OF THREE SPECIES OF *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) IN EGGS
OF *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae).

ABSTRACT - This study evaluated the effect of temperature on parasitism by *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). Adults of the three parasitoid species emerged in the range of temperature evaluated, suggesting that these species may remain in activity throughout the year. For all species, the developmental time decreased with the increase of temperature, ranging from 29.3 days at 15°C to 7.6 days at 30°C for *T. atopovirilia*. The lower thermal limits for development (T_b) and thermal constant (K) were determined. The values of T_b and K were 10.4°C and 151.5 degree-days (GD), for *T. atopovirilia*; 9.0°C and 175.4 GD for *T. pretiosum* and 9.6°C and 169.5 GD for *T. acacioi*. However, sex ratio of the three species of *Trichogramma* was not influenced by temperature. The average longevity of the offspring of all species of *Trichogramma* showed inverse relationship to temperature. Females lived longer than males in all species. The highest concentration of parasitism occurred in the first 24 hours and more than 70% occurred in the first three days of the adult stage. The number of eggs per female ranged from 34.2 in *T. atopovirilia* at 20°C and 2.2 for *T. acacioi* at 30°C. *T. pretiosum* showed better results at 25°C (26.4). It is concluded that the best temperatures for the development and viability of *Trichogramma*, when reared in eggs of *C. vestigialis* are 20°C and 25°C and *T. atopovirilia* is the best species to control *C. vestigialis* in relation to *T. acacioi* or *T. pretiosum*.

KEY WORDS: Insecta, biology, thermal range, egg parasitoids.

RESUMO – Avaliou-se o efeito da temperatura nos aspectos biológicos de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). Adultos das três espécies parasitaram e emergiram e na faixa de temperatura avaliada, o que indica que essas espécies podem se manter em atividade durante todo ano. Observou-se um aumento no tempo de desenvolvimento com a redução térmica, variando entre 29,3 e 7,6 dias nas temperaturas de 15°C e 30°C para *T. atopovirilia*, respectivamente. Foram determinados os limites térmicos inferiores de desenvolvimento (Tb) e a constante térmica (K). Os valores de Tb e K foram de 10,4°C e 151,5 graus-dia (GD), para *T. atopovirilia*; 9,0°C e 175,4 GD para *T. pretiosum* e 9,6°C e 169,5 GD para *T. acacioi*. A razão sexual das três espécies de *Trichogramma* não foi influenciada pela temperatura. A longevidade média dos descendentes de todas as espécies de *Trichogramma* apresentou relação inversa à temperatura, sendo as fêmeas mais longevas que os machos. A maior concentração de parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas e mais de 70% do total do parasitismo ocorreu nos primeiros três dias do estágio adulto. O número de ovos/fêmea variou entre 34,2 para *T. atopovirilia* a 20°C a 2,2 para *T. acacioi* a 30°C. *T. pretiosum* apresentou melhor resultado a 25°C (26,4). Conclui-se que as melhores temperaturas para o desenvolvimento e viabilidade de *Trichogramma*, quando criados em *C. vestigialis* são a 20°C e 25°C e que *T. atopovirilia* está mais adaptado ao parasitismo de *C. vestigialis* em relação às outras espécies estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, biologia, faixa térmica, parasitóide de ovos.

Introdução

Entre os problemas associados ao gênero *Populus* no Brasil, o de maior destaque é o ataque da lagarta *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), conhecida popularmente como “Mariposa-do-Álamo”. Esse inseto provoca desfolha intensa nas plantas, causando danos no período de maior crescimento vegetativo nos meses de dezembro a março (Côrrea 2006).

Para o controle desse inseto são utilizados inseticidas químicos de contato, porém seu controle é problemático, já que o cultivo do álamo é realizado em áreas de várzea, onde o emprego de produtos químicos pode causar impactos negativos, sendo necessária a utilização de agentes biológicos para este fim e o desenvolvimento de técnicas que levem ao manejo integrado dessa praga (Machado 2006).

Dentre os agentes de controle biológico, os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* destacam-se pela ampla distribuição geográfica, por serem altamente especializados, pela comprovada eficiência no controle de pragas da ordem Lepidoptera, além da sua relativa adequação com outros mecanismos de controle (Zucchi & Monteiro 1997, Pratisoli & Parra 2000, Haji *et al.* 2002).

O sucesso de programas de controle biológico com espécies de *Trichogramma* depende de estudos preliminares, já que estes organismos podem ser afetados por diversos fatores, tais como hospedeiro, temperatura, arquitetura e fenologia da planta, vento e produtos químicos (Goodenough & Witz 1985, Pereira *et al.* 2007).

Pak e Van Heiningen (1985) afirmam que a temperatura é o fator de maior influência na atividade parasítica de fêmeas de *Trichogramma*. Efeitos da variação de temperatura sobre os parâmetros biológicos do parasitóide como a taxa de parasitismo, duração do ciclo ovo-adulto, razão sexual, longevidade e fecundidade, foram constatados

por diversos autores (Hassan 1997, Maceda *et al.* 2003, Avanci 2004, Kalyebi *et al.* 2006), dentre eles Oliveira *et al.* (2003) ao avaliarem o estresse de temperaturas extremas em *T. pretiosum* e Nicole *et al.* (2004) ao estudarem a biologia de *T. atopovirilia* em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).

Apesar dos inúmeros trabalhos que relatam o efeito da temperatura no desenvolvimento, longevidade e reprodução de espécies de *Trichogramma*, não existem pesquisas em relação ao efeito deste parâmetro sobre o parasitismo de ovos de *C. vestigialis*. Desta forma, o objetivo desta etapa foi estabelecer a faixa de temperatura ideal para o parasitismo de ovos de *C. vestigialis* por *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*.

Material e Métodos

A criação dos hospedeiros e parasitóides foi realizada como descrito no capítulo anterior.

Para a realização dos experimentos, cartelas com 20 ovos de *C. vestigialis* foram colocadas em tubos de ensaio (1,0 x 10 cm), contendo uma fêmea de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi*, separadamente, provenientes de ovos de *Pseudaletia sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). O parasitismo foi realizado na temperatura de 20°C e fotofase de 12 horas por 24 horas para o parasitismo. Após este período as fêmeas foram eliminadas e as cartelas parasitadas foram distribuídas nas câmaras climatizadas reguladas para as temperaturas controladas de 15°, 20°, 25° e 30°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), com fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, a fim de aguardar a emergência dos adultos. Foram registrados o número de ovos parasitados, a duração do período ovo-adulto, parasitóides emergidos e a razão sexual em cada temperatura.

Os parasitóides emergidos foram mantidos e observados diariamente nas temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C e em dias alternados nas temperaturas de 15°C, para o registro da longevidade.

Para cada temperatura, no dia da emergência, foram separados cinco casais de cada espécie de parasitóide os quais foram alimentados com mel. Vinte ovos de *C. vestigialis* foram ofertados a cada casal durante cinco dias consecutivos a 20°C, 25°C e 30°C e durante cinco dias alternados a 15°C, devido à oviposição mais lenta nesta temperatura. Após o parasitismo, os ovos foram armazenados nas temperaturas anteriormente mencionadas até a emergência dos adultos. Foi registrado o número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes a ovos parasitados, parasitóides emergidos, tempo de desenvolvimento e razão sexual foram transformados pela fórmula $\sqrt{(x + 0,5)}$ e posteriormente submetidos à análise de variância. Os dados de longevidade foram submetidos diretamente a análise de variância.

As comparações estatísticas entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se programa STATISTICA V. 7.0.61.0, tomando-se como fatores as espécies, as temperaturas e o sexo no caso da longevidade.

A razão sexual foi calculada a partir da fórmula: $rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / (n^\circ \text{ de fêmeas} + n^\circ \text{ de machos})$ sendo o sexo dos indivíduos determinado com base nas características morfológicas das antenas (Bowen & Stern 1966).

Através do modelo de regressão linear (Haddad & Parra 1984), determinou-se a temperatura base (t_b) e a constante térmica (K) para o desenvolvimento de cada espécie.

Resultados e Discussão

As três espécies de *Trichogramma* desenvolveram-se e emergiram entre as temperaturas de 15 e 30°C, com a duração do ciclo evolutivo variando de 29,3 a 7,6 dias, respectivamente (Tabela 1).

A duração do período ovo-adulto de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* foi afetada significativamente, ocorrendo um aumento na velocidade de desenvolvimento com a elevação térmica. Quando comparado este efeito entre as espécies, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* apresentaram valores similares, não diferindo significativamente para esta variável.

O tempo de desenvolvimento apresentado por *T. acacioi* a 20°C e 25°C não diferiu das outras espécies, porém foi estatisticamente diferente de *T. pretiosum* nas temperaturas de 15°C e 30°C respectivamente (Tabela 1).

Assim como observado neste trabalho, diversos autores relatam a relação inversa entre a temperatura e a velocidade de desenvolvimento de espécies de *Trichogramma* em diversos hospedeiros. Melo *et al.* (2007) verificaram que são necessários 7,36 a 24,12 dias para *T. atopovirilia* completar o seu desenvolvimento em ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae) em temperaturas variando de 33°C a 18°C, respectivamente. Pereira *et al.* (2004) estudando *T. pretiosum* parasitando ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) observaram uma variação de 6,8 a 23,1 dias para completar o ciclo ovo-adulto em temperaturas entre 32°C e 18°C. Avanci (2004) estudando cinco espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) determinou um período de desenvolvimento de 49,0; 48,8 e 41,2 para *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* a 14°C, respectivamente.

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

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15	29,3 \pm 0,33 _{aA}	27,7 \pm 0,33 _{aB}	29,3 \pm 0,25 _{aA}
20	17,4 \pm 0,18 _{bA}	17,4 \pm 0,30 _{bA}	17,3 \pm 0,25 _{bA}
25	10,4 \pm 0,20 _{cA}	10,0 \pm 0,41 _{cA}	10,8 \pm 0,25 _{cA}
30	7,6 \pm 0,18 _{dB}	8,5 \pm 0,29 _{dA}	8,25 \pm 0,25 _{dAB}

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

Com base na duração do ciclo ovo-adulto nas diferentes temperaturas, foi determinado o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) das três espécies de *Trichogramma* em ovos de *C. vestigialis*. O desenvolvimento embrionário destes parasitóides se inicia quando a temperatura permanece acima de 10,4°C; 9,0°C e 9,6°C, sendo o acúmulo de calor para o completo desenvolvimento igual a 151,5 Graus-Dia (GD), 175,4 GD e 169,5 GD para *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* respectivamente (Figura1).

Os valores de T_b e K das espécies estudadas são semelhantes aos encontrados por Avanci (2004), que observou valores de 10,2°C e 153,8 GD para *T. atopovirilia*; 9,6°C e 157,7 GD para *T. pretiosum*; 8,1°C e 190,7 GD para *T. acacioi* em ovos de *A. gemmatalis*.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Bleicher & Parra (1990) para espécies de *Trichogramma* em ovos de *A. kuehniella*. Hirashima *et al.* (1990)

obtiveram temperatura base de 11,1°C e 11,7°C, com constante térmica de 121,2 e 134,7 graus-dia (GD) para *T. chilonis* Ishii e *T. ostrinia* Peng & Chen. Já Pereira *et al.* (2004) encontraram valores de T_b e K de 13,13°C e 123,09 GD e 12,52°C e 129,99 GD, para *T. pretiosum* e *T. exiguum* Pinto & Platner respectivamente, ambos avaliando o desenvolvimento desses parasitóides em ovos de *P. xylostella*.

Melo *et al.* (2007) utilizando *T. atopovirilia* em *D. hyalinata* afirmam que esta espécie apresenta menor tolerância a baixas temperaturas e apresenta um desenvolvimento mais rápido ($T_b = 11,99^\circ\text{C}$ e $K = 130,42$ GD) do que o observado em ovos de *C. vestigialis*.

As variações entre os dados encontrados neste trabalho e os anteriormente citados, relacionados ao ciclo ovo-adulto, temperatura base e da constante térmica, deve-se não somente às linhagens de parasitóides mais adaptadas a uma determinada região, mas também ao hospedeiro utilizado e à adaptação da espécie de parasitóide ao mesmo, fato mencionado por Pratissoli & Parra (2000), Zhang *et al.* (2001), Pratissoli *et al.* (2004) e Zago *et al.* (2008).

T. atopovirilia demonstrou os mais altos índices de ovos parasitados em comparação com as outras espécies, nas temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C, sendo a maior média encontrada a 20°C. (Tabela 2).

O número de ovos parasitados por *T. atopovirilia* nas temperaturas de 20°C e 25°C são estatisticamente diferentes dos resultados encontrados para *T. pretiosum* e *T. acacioi*.

Tabela 2. Média (\pm E.P.) de ovos de *C. vestigialis* parasitados por fêmeas de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15°	4,8 \pm 2,57 _{aA}	5,6 \pm 2,86 _{aA}	3,7 \pm 1,77 _{aA}
20°	11,3 \pm 2,02 _{aB}	6,5 \pm 2,16 _{aAB}	3,3 \pm 1,37 _{aA}
25°	7,5 \pm 1,80 _{aB}	3,8 \pm 1,36 _{aAB}	1,2 \pm 0,70 _{aA}
30°	6,8 \pm 1,36 _{aA}	4,2 \pm 1,95 _{aA}	2,0 \pm 0,98 _{aA}

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 número de parasitóides emergidos apresentou a mesma tendência em relação ao número de ovos parasitados, demonstrando que as temperaturas extremas afetam a capacidade de parasitismo (Tabela 3).

Apesar do número de parasitóides emergidos de *T. pretiosum* e *T. acacioi* não diferir estatisticamente em todas as temperaturas, observou-se que existe uma diferença matemática. Este resultado pode ser explicado pelo grande número de zeros encontrados nos tratamentos, elevando assim os valores de variância encontrados nas amostras.

Os resultados a 20°C se assemelham aos observados no capítulo anterior, onde *T. atopovirilia* em ovos de *C. vestigialis* parasitou uma média de 11,4 \pm 1,79 ovos e produziram 12,5 \pm 1,97 descendentes por fêmea.

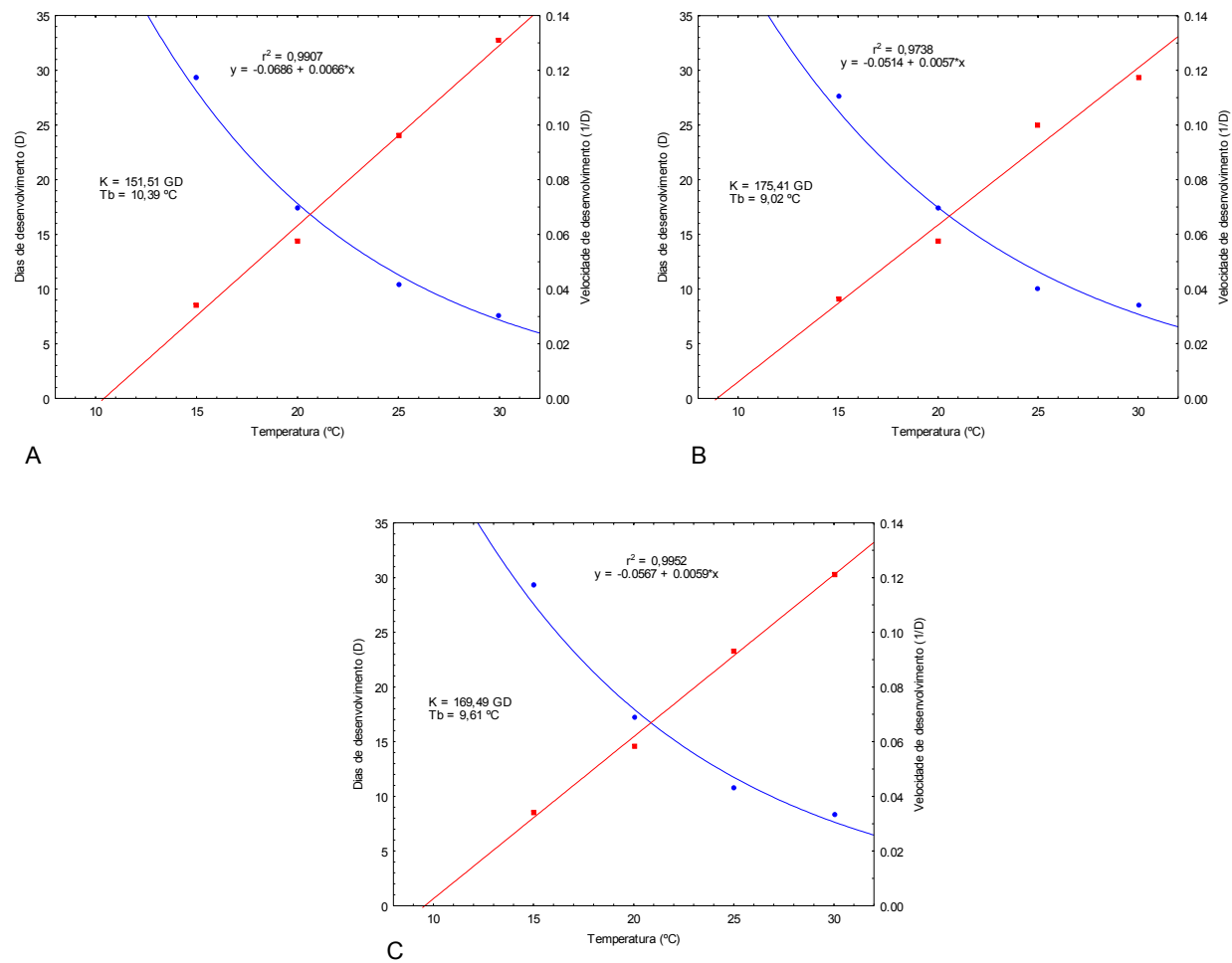


Figura 1. Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2). A, B e C: Duração do ciclo evolutivo (dias) em diferentes temperaturas em *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, respectivamente. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tabela 3. Média (\pm E.P.) de descendentes por fêmeas de *Trichogramma* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15°	4,3 \pm 2,32 _{ba}	5,2 \pm 2,72 _{abA}	2,6 \pm 1,29 _{aA}
20°	12,5 \pm 2,37 _{aA}	7,7 \pm 2,73 _{aA}	3,8 \pm 1,61 _{aA}
25°	5,7 \pm 1,41 _{abA}	2,9 \pm 1,21 _{ba}	1,1 \pm 0,60 _{aA}
30°	4,9 \pm 1,15 _{abB}	1,9 \pm 1,02 _{baB}	1,4 \pm 0,72 _{aA}

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 baixa oviposição de parasitóides observada a 15°C para *T. atopovirilia* pode ser explicado por Pavilik (1991) que estudando 15 linhagens de *Trichogramma* afirmou que nesta temperatura a redução no parasitismo pode ser causada pela baixa atividade locomotora.

Na literatura, variadas espécies/linhagens de *Trichogramma* são afetadas por diferentes intervalos de temperaturas. Pereira *et al.* (2004), para *T. pretiosum* e *T. exiguum* em ovos de *P. xylostella*, determinaram que a capacidade de parasitismo das espécies foi influenciada por temperaturas extremas (18°C e 32°C), sendo a faixa térmica ótima para a reprodução entre 25°C e 28°C. Cônsoli & Parra (1995) também observaram efeito prejudicial da temperatura a 18°C para *T. galloi* Zucchi em ovos de *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Pyralidae).

Avanci (2004) observa que *T. acacioi* e *T. rojasi* apresentaram índices de emergência superiores nas temperaturas mais baixas, sendo a emergência significativamente reduzida a 30°C.

A razão sexual das três espécies de *Trichogramma* não foi influenciada estatisticamente pela temperatura. *T. atopovirilia* apresentou a maior média e *T. acacioi* a mais baixa para esta variável, ambos a 30°C, sendo os valores encontrados, $0,80 \pm 0,04$ e $0,44 \pm 0,15$, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Razão sexual da progênie (média \pm E.P.) produzida por três espécies de *Trichogramma* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15	$0,73 \pm 0,07_{aA}$	$0,68 \pm 0,06_{aA}$	$0,74 \pm 0,09_{aA}$
20	$0,76 \pm 0,03_{aA}$	$0,67 \pm 0,07_{aA}$	$0,64 \pm 0,04_{aA}$
25	$0,77 \pm 0,03_{aA}$	$0,69 \pm 0,01_{aA}$	$0,58 \pm 0,25_{aA}$
30	$0,80 \pm 0,04_{aA}$	$0,53 \pm 0,18_{aA}$	$0,44 \pm 0,15_{aA}$

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

Também não foram observados efeitos negativos da temperatura sobre a razão sexual de linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) (Pratissoli & Parra 2000); em ovos de *A. kuehniella* (Bleicher & Parra 1989) e de *T. atopovirilia* em ovos de *D. hyalinata* (Melo *et al.* 2007).

Já segundo Bowen & Stern (1966) a temperatura interfere na razão sexual de *Trichogramma*, podendo-se obter maior proporção de machos em temperaturas superiores a 30°C, fato que não foi observado neste estudo para *T. atopovirilia*, já para *T.*

pretiosum e *T.acacioi* pode-se notar um aumento não significativo no número de machos, proporcional a elevação térmica.

Pereira *et al.* (2004) e Bueno (2008) também observaram que o número de machos aumenta proporcionalmente à temperatura, o que não ocorre com os dados apresentados no estudo de Pastori (2007) que demonstra que a razão sexual de *T. pretiosum* variou de 0,72 a 0,61 para as temperaturas de 32°C e 22°C, respectivamente.

A longevidade média dos descendentes de todas as espécies de *Trichogramma* apresentou relação inversa à temperatura. Fêmeas de *T. atopovirilia* apresentaram melhores resultados nas temperaturas de 15°C e 20°C enquanto *T. pretiosum* nas de 25°C e 30°C, porém apenas diferiram significativamente a 30°C. Comparativamente, *T. acacioi* apresentou a menor longevidade entre machos e fêmeas em todas as temperaturas (Tabela 5).

Fêmeas com média de vida superior aos machos também foram observados por Alencar *et al.* (2000) e Avanci (2004) em diferentes temperaturas.

Calvin *et al.* (1984) verificaram que a longevidade de fêmeas de *T. pretiosum* em ovos de *Diatraea grandiosella* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) é de 7,67 dias a 17°C, e de 0,60 dias a 35°C. McDougall & Mills (1997) relatam uma longevidade de 53 dias a 10°C e 3 dias a 35°C para *Trichogramma platneri* Nagarkatti, parasitando ovos de *S. cerealella*. Hansen & Jensen (2002) trabalhando com *Trichogramma turkestanica* Meyer em ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), Molina *et al.* (2005) com *T. pretiosum*, em ovos de *P. xylostella* também apresentaram relação inversa entre longevidade e a temperatura.

Tabela 5. Longevidade (média \pm E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Sexo	Longevidade (dias)		
		<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15	♀	19,2 \pm 0,74 _{aA}	17,0 \pm 1,13 _{aA}	9,9 \pm 1,14 _{aB}
	♂	17,4 \pm 1,17 _{abB}	11,8 \pm 1,33 _{bcAB}	8,8 \pm 0,96 _{aA}
20	♀	15,7 \pm 0,62 _{bA}	13,9 \pm 0,61 _{bA}	10,4 \pm 0,70 _{aB}
	♂	10,8 \pm 0,90 _{cA}	10,8 \pm 0,73 _{bcA}	7,6 \pm 0,68 _{abB}
25	♀	7,2 \pm 0,33 _{dA}	8,7 \pm 0,93 _{cA}	6,5 \pm 1,01 _{acdA}
	♂	6,8 \pm 0,64 _{dB}	4,8 \pm 0,38 _{dA}	3,4 \pm 0,78 _{cA}
30	♀	2,0 \pm 0,16 _{eA}	3,6 \pm 0,36 _{dB}	2,1 \pm 0,35 _{cdA}
	♂	1,4 \pm 0,16 _{fA}	1,3 \pm 0,18 _{eA}	1,4 \pm 0,20 _{dA}

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 observadas nas temperaturas mais baixas podem estar relacionadas a uma diminuição da atividade metabólica e locomotora em função da diminuição da temperatura, como relatado por Bleicher & Parra (1989) e Pavlik (1991).

Porém as diferenças no tempo de vida entre *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* podem estar relacionadas às diferentes necessidades nutricionais para o desenvolvimento das formas imaturas destes parasitóides, refletindo sobre a longevidade dos adultos.

Pode-se observar que a temperatura influenciou significativamente a atividade parasítica de *Trichogramma* nos ovos de *C. vestigialis* durante os cinco dias do estudo da capacidade reprodutiva. As espécies estudadas mostraram-se mais adaptadas ao parasitismo na faixa de temperatura entre 15 e 25°C e perdem seu vigor, reduzindo significativamente o número de ovos parasitados a 30°C.

Não houve diferença estatística em todos os tratamentos entre *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, porém *T. acacioi* difere do primeiro nas temperaturas de 15 e 20°C, (Tabela 6).

Tabela 6. Média diária (\pm E.P.) de ovos de *C. vestigialis* parasitados por fêmea de *Trichogramma* durante cinco dias em temperaturas diferentes.

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15	5,1 \pm 1,09 _{abB}	4,3 \pm 1,04 _{abAB}	2,0 \pm 0,88 _{abA}
20	6,8 \pm 1,17 _{aB}	4,1 \pm 0,86 _{abAB}	3,1 \pm 0,74 _{aA}
25	4,8 \pm 1,03 _{abA}	5,3 \pm 0,88 _{aA}	2,5 \pm 0,68 _{abA}
30	2,7 \pm 0,88 _{bA}	1,8 \pm 0,64 _{bA}	0,4 \pm 0,16 _{bA}

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 maior concentração de parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas e mais de 80% do total de ovos parasitados para *T. acacioi* e de 70% para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* ocorreu nos primeiros três dias (Figura 2). Estes resultados estão próximos aos encontrados por Pinto & Tavares (1991) para *T. cordubensis* que registraram o maior número de ovos parasitados no 1º dia de parasitismo. Sá (1991) em *D. saccharalis* e Pastori *et al.* (2007) em ovos de *B. salubricola*, verificaram que o parasitismo acumulado

de *T. pretiosum* foi maior nos primeiros quatro dias, ocorrendo neste período mais de 70% do parasitismo total, em todas as temperaturas.

O número de ovos/fêmea variou entre 34,2 para *T. atopovirilia* a 20°C e 2,2 para *T. acacioi* a 30°C. *T. pretiosum* apresentou melhor resultado a 25°C (26,4 ovos/fêmea) (Tabela 7).

Estes resultados são semelhantes aos relatados por Pastori *et al.* (2007) que encontraram 35,4 ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* a 18°C e 21,6 a 20°C. Tais variações também foram relatadas por Resende & Ciociolla (1996) trabalhando com *T. atopovirilia* em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), por Pratisoli *et al.* (2004) com *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* e por Zago *et al.* (2007) com *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi, em ovos de *Corcyra chephalonica* Stainton e *A. kuehniella*. Esses autores atribuíram a variação do parasitismo ao uso de diferentes espécies de hospedeiros e condições climáticas. Os resultados obtidos nesta pesquisa ainda corroboram com os constatados por outros autores utilizando outras espécies de *Trichogramma* e hospedeiros (Sales Jr. 1992, Sá & Parra 1994, Inoue & Parra 1998).

Tabela 7. Número de ovos de *C. vestigialis* parasitados por fêmea de *Trichogramma* durante cinco dias em temperaturas diferentes.

Temperatura (°C)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
15°	25,6 ± 8,54 _{aA}	21,4 ± 11,17 _{aA}	10,2 ± 9,23 _{aA}
20°	34,2 ± 5,77 _{aA}	20,4 ± 6,49 _{aA}	15,4 ± 4,99 _{aA}
25°	24,2 ± 5,30 _{aA}	26,4 ± 3,46 _{aA}	12,4 ± 3,93 _{aA}
30°	13,6 ± 9,04 _{aA}	9,0 ± 5,64 _{aA}	2,2 ± 1,74 _{aA}

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

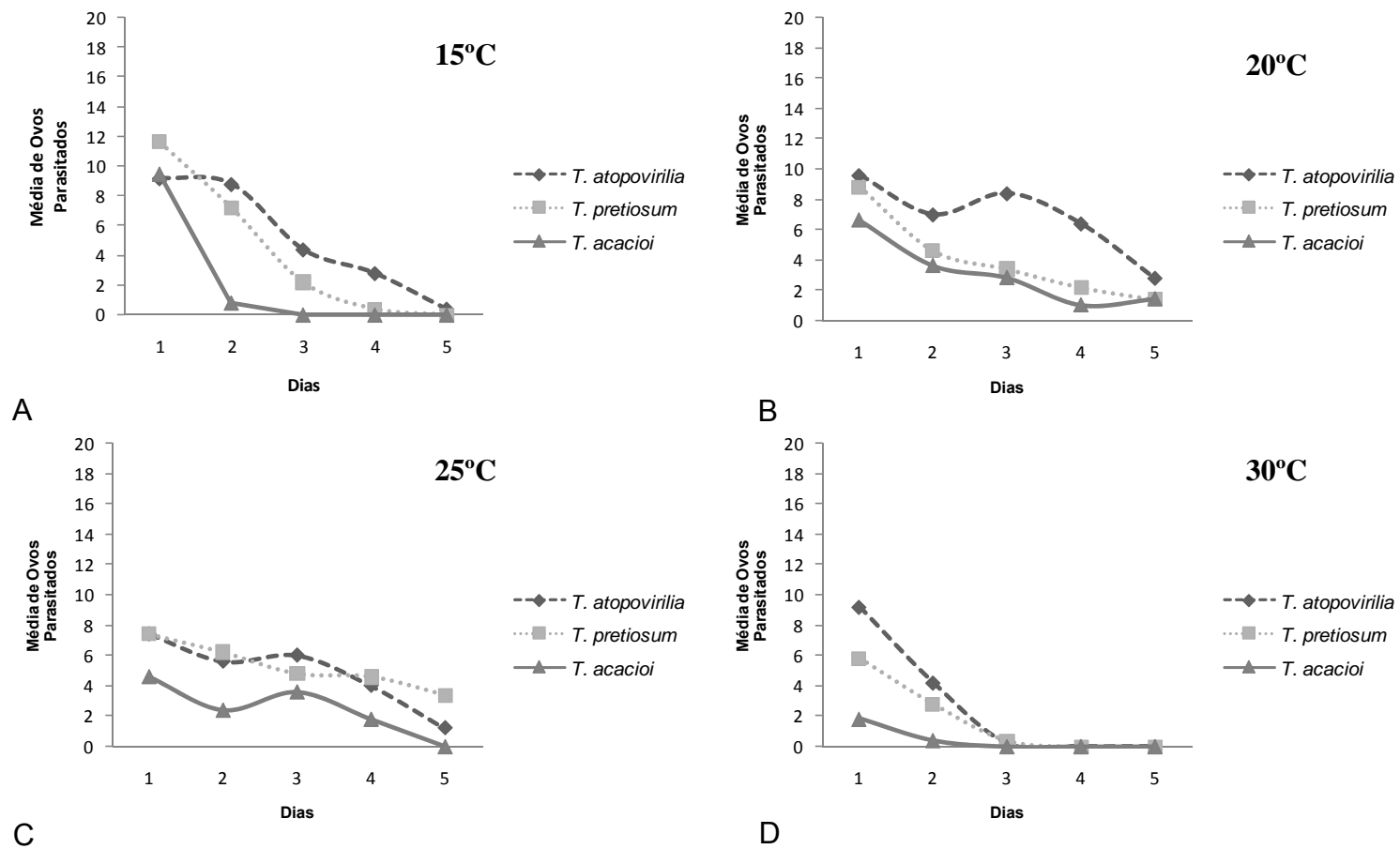


Figura 2. A, B, C e D: Média de ovos de *C. vestigialis* parasitados por *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, nas temperaturas de 15°, 20 °, 25 ° e 30°C, respectivamente. UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

Avanci (2004) observou em ovos de *A. gemmatalis*, que *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* parasitaram durante três dias uma média de 30 ovos. Valores semelhantes também foram encontrados por Cañete & Foerster (2003) e Avanci (1999) utilizando *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* ambos em ovos de *A. gemmatalis*.

Na literatura é citado que a capacidade total de parasitismo é afetada pelo hospedeiro de criação, linhagem/espécie, longevidade, temperatura, suprimento alimentar, tamanho do recipiente onde se deu o parasitismo e local de coleta dos parasitóides (Parra & Zucchi 1986; Bigler *et al.* 1987; Hassan & Guo 1991; Wuhrer & Hassan 1993).

Navarro (1998), que observou que uma fêmea de *Trichogramma* geralmente oviposita de 20 a 30 ovos durante sua vida, podendo, ovipositar de 70 a 120 ovos, quando alimentados. Porém segundo Zamoner (2005) linhagens de *Trichogramma* proveniente de hospedeiros de ovos maiores podem perder eficiência no parasitismo de ovos menores e mais achatados, como é o caso dos ovos de *C. vestigialis*. Para Vinson (1997) o número ideal de ovos depositados pelo parasitóide é determinado pelo tamanho do ovo hospedeiro, influenciando também o tamanho dos descendentes de *Trichogramma*, já a fecundidade é proporcional ao tamanho da fêmea.

Conclusões

Com os resultados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir:

1. A velocidade de desenvolvimento aumenta com a elevação térmica em todas as espécies estudadas;
2. As melhores temperaturas para o desenvolvimento e viabilidade de *Trichogramma*, quando criados em *C. vestigialis* são 20°C e 25°C;
3. *Trichogramma atopovirilia* é a espécie mais adaptada ao parasitismo de *C. vestigialis* em relação às outras espécies estudadas, nas temperaturas de 20° e 25°C.

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* (Olivier). *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). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 86p. Dissertação de Mestrado.
- Avanci, M.R.F. 2004.** 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. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 114p. Tese de Doutorado.
- Bigler, F.; A. Meyer & S. Bosshart. 1987.** Quality assessment in *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* Zell. and *Sitotroga cerealella* (Olivier). *J. Appl. Entomol.* 104: 340-353.
- 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. 1990.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. *Pesq. agropec. bras.* 25: 215-219.
- Bowen, W.R. & V.M. Stern. 1966.** Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 59: 823-834.

- Bueno, R.C.O.F. 2008.** Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja. ESALQ/USP. Piracicaba. 123p. Tese de Doutorado.
- 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.
- 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 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) biology II. Parasitism capacity and longevity. J. Appl. Entomol. 119: 667-670.
- Corrêa, F.A.S.F. 2006.** Criação em laboratório de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes dietas artificiais. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 96p. Dissertação de Mestrado.
- Goodenough, J.L. & J.A. Witz. 1985.** Modeling augmentative releases of *Trichogramma pretiosum*. Southwest. Entomol. 8: 169-189.
- 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).
- 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. Piracicaba, Manole, 609 p.
- Hansen, L.H. & K.M.V. Jensen. 2002.** Effect of temperature on parasitism and host feeding of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Ephestia kueniella* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econ. Entomol. 95: 50-56.
- Hassan, S.A. & M.F. Guo. 1991.** Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to control the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hübner. (Lepidoptera: Pyralidae). J. Appl. Entomol. 111: 335-341.
- Hassan, S.A. 1997.** Seleção de espécies de *Trichogramma* para uso em programas de controle biológico, p. 183-206. in J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Hirashima, Y., K. Miura, T. Miura & K. Shiro. 1990.** Studies on the biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). II. Effect of temperature on the development of the egg parasitoids *Trichogramma chilonis* and *Trichogramma ostriniae* Sci. Bull. Fac. Agric. 44: 65-70.
- 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.
- Kalyebi, A.; W.A. Overholt, F. Schulthess, J.M. Mueke & S. Sithanatham. 2006.** The effect of temperature and humidity on the bionomics of six African eggs parasitoids (Hymenoptera:Trichogrammatidae). Bull. Entomol. Res. 96: 305-314.
- Maceda, A., C.L. Hohmann & H.R. dos Santos. 2003.** Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma annulata* De Santis. Braz. Arch. Biol. Technol. 46: 27-32.

- Machado, E.B. 2006.** Controle de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), a mariposa do álamo, com o uso de *C. vestigialis multiplenucleopolyhedrovirus* em condições de laboratório e campo. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 62p. Dissertação de Mestrado.
- McDougall, S.J. & N.J. Mills. 1997.** The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. Entomol. exp. appl. 83: 195-203.
- Melo, R.L., D. Pratissoli, R.A. Polanzky, D.F. Melo, R. Barros & A.M. Milanez . 2007.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). Neotrop. Entomol. 36: 431-435.
- Molina, R.M.S., V. Fronza & J.R.P. Parra. 2005.** Seleção de *Trichogramma* spp. para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. Rev. Bras. Entomol. 49: 152-158.
- Navarro, M.A. 1998.** *Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo en Colombia. Valle Del Cauca: Guadalajara de Buga, 176 p.
- Nicoli, E.M., D. Pratissoli, E.F. Reis & H.F. Santos. 2004.** Viabilidade e razão sexual de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) sob influência do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Pyralidae) em condições de laboratório. Entomol. Vect. 11: 21-533.
- Oliveira, R.C., D. Pratissoli, U.R. Vianna & E.F. Reis. 2003.** Influência do estresse sobre características biológicas de fêmeas do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando submetidos a temperaturas extremas. Acad. Insecta. 2: 1-6.

- 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. 1986.** Uso de *Trichogramma* no controle de pragas, p.54-57. In: O. Nakano, S. Silveira Neto, J.R.P.Parra & R.A. Zucchi (orgs.), Atualização sobre métodos de controle de pragas. Piracicaba, ESALQ, 129p.
- Pastori, P.L. 2007.** Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e controle integrado de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) e *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) com feromônios sexuais na cultura da macieira. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 151p. Dissertação de mestrado.
- Pastori, P.L., L.B. Monteiro, M. Botton & D. Pratissoli. 2007.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. Neotrop. Entomol. 36: 926-931.
- 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.
- Pereira, F.F., R. Barros, D. Pratissoli & J.R.P. Parra. 2004.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Neotrop. Entomol. 33: 231-236.
- Pereira, F.F., R. Barros, D. Pratissoli, C.L.T. Pereira, U.R. Vianna & J.C. Zanuncio. 2007.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978

- (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em diferentes temperaturas. Ciênc. Rural. 37: 297-303.
- Pinto, F. & J. Tavares. 1991.** Longevity and parasitic capacity of the Azorean type of *Trichogramma cordubensis* Vargas; Cabello (Hymenoptera: Trichogrammatidae). in: International symposium on *Trichogramma* and other egg parasitoids. Les Colloques de l'Inra 56: 89-91.
- 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.
- Pratissoli D., F.F. Pereira, R. Barros, J.R.P. Parra, C.L.T. Pereira. 2004.** Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. Hortic. Bras. 22: 754-757.
- Prezotti, L. & J.R.P. Parra. 2002.** Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores. p. 295-312. 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. Piracicaba, Manole. 609p.
- Resende, D.L.M.C. & A.I. Ciociolla. 1996.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas. Ciênc. e Agrotec. 20: 421-424.
- Sá, L.A.N. 1991.** Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. ESALQ/USP. Piracicaba. 107p.

- Sá, L.A.N. & J.R.P. Parra. 1994.** Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) egg. J. Appl. Entomol. 118: 38-43.
- Sales Jr. O. 1992.** Bioecologia de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e em hospedeiros alternativos. ESALQ/USP. Piracicaba. 97 p. Tese de Doutorado
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p.67-119. In: J. R. P. Parra & R. A. Zucchi (eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324 p.
- Wührer, B.G. & S.A. Hassan. 1993.** Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). J. Appl. Entomol. 116: 80-89.
- Zago H.B., D. Pratissoli, R. Barros & M.G.C. Gondim Junior. 2008.** Tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi, 2003 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. Ciênc. Agrotec. 32: 1214 – 1217.
- Zago, H.B., D. Pratissoli, R. Barros, M.G.C. Gondim Jr. & H.J.G. dos Santos Jr. 2007.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. Neotrop. Entomol. 36: 84-89.
- Zamoner, M. 2005.** Efeito do volume de ovos hospedeiros sobre o desenvolvimento, capacidade de parasitismo e longevidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 44p. Dissertação de Mestrado.

Zang, W.Q., E. Agamy & S.A. Hassan. 2001. Life-table characteristics of four candidate species of the genus *Trichogramma* to control the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). J. Pl. Dis.Prot.108: 413-418.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. p. 183-205. in: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

CAPÍTULO III

EFEITO DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DOS OVOS DE *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae) NO PARASITISMO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Formatado conforme “Instruções aos Autores” da revista *Neotropical Entomology*

EFFECT OF EMBRYONIC DEVELOPMENT OF EGGS OF *Condylorrhiza vestigialis* ON
PARASITISM AND LONGEVITY OF THREE SPECIES OF *Trichogramma* Westwood
(Hymenoptera: Trichogrammatidae)

ABSTRACT - The biological characteristics of females of *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner and *Trichogramma pretiosum* were evaluated on eggs of *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae) in different embryonic stages. Host eggs with 24, 48, 72 and 96 hours of age were exposed to females previously copulated for a period of 24 hours in temperature of $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. There was no significant influence of eggs, 24, 48 and 72 hours on the parasitism, with *T. pretiosum* and *T. acacioi* showing preference for eggs 24 hours old, while *T. atopovirilia* parasitized eggs up to 72 hours of age. No parasitism occurred in eggs 96 hours old probably due to the emergence of the caterpillars. The age of the egg only influenced the emergence of adults of *T. acacioi* in eggs with 72 hours of age as indicated by the number of parasitoids emerged. However, sex ratio of *T. acacioi* was negatively affected, showing an inverse proportion between the number of females and time of embryonic development of eggs. Females of the three species lived longer than males. Females of *T. atopovirilia* and *T. pretiosum* had longer life in eggs 72 hours old, while *T. acacioi* showed better results in eggs 24 hours old. Parasitism of *T. acacioi* was affected by the age of the eggs of *C. vestigialis*, while eggs with 72 hours of age were the most suitable for parasitism by *T. atopovirilia*.

KEYWORDS: Biological control, poplar, egg parasitoid, host age.

RESUMO - Neste trabalho foram avaliadas características biológicas de fêmeas de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley sobre ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes estágios embrionários. Ovos do hospedeiro com 24, 48, 72 e 96 horas de idade foram ofertados a fêmeas previamente copuladas por um período de 24 horas na temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Não houve influência significativa dos ovos de 24, 48 e 72 horas sobre o parasitismo, sendo que *T. pretiosum* e *T. acacioi* mostraram preferência por ovos com 24 horas de idade, enquanto *T. atopovirilia* por ovos de 72 horas. Não ocorreu parasitismo em ovos com 96 horas provavelmente devido à eclosão das lagartas. O número de parasitoides emergidos demonstra que a idade do ovo influenciou apenas a emergência dos adultos de *T. acacioi* em ovos com 72 horas de idade. Já a razão sexual de *T. acacioi* foi afetada negativamente, mostrando uma proporção inversa entre o número de fêmeas e o tempo de desenvolvimento embrionário dos ovos. As fêmeas das três espécies de *Trichogramma* mostraram-se mais longevas que os machos. Fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* apresentaram maior tempo de vida em ovos com 72 horas, enquanto que *T. acacioi* obteve melhor resultado em ovos de 24 horas. O parasitismo de *T. acacioi* foi afetado pelo avanço do tempo desenvolvimento dos ovos de *C. vestigialis*, enquanto ovos com até 72 horas de idade foram mais indicados para o parasitismo de *T. atopovirilia*.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, álamo, parasitóide de ovos, idade dos ovos.

Introdução

O uso de parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* tem se destacado pela sua eficiência, ampla distribuição geográfica, facilidade de criação em laboratório e relativa adequação com outros métodos de controle (Hassan 1993, Zucchi & Monteiro 1997, Pereira & Pratisoli 2004, Melo *et al.* 2007). Segundo Fuentes (1994), Oliveira *et al.* (2003a), um dos fatores responsáveis pelo sucesso da utilização de parasitóides do gênero *Trichogramma* no controle de lepidópteros é o conhecimento de seus parâmetros biológicos quando associado a determinado hospedeiro alvo.

As espécies hospedeiras influenciam significativamente os parasitóides que neles se desenvolvem (Pak & Van Lenteren 1986), principalmente no tamanho e na fecundidade da progênie (Bai *et al.* 1995).

A idade do hospedeiro pode interferir no comportamento de *Trichogramma*, reduzindo a aceitação do hospedeiro e o parasitismo (Pak 1988, Van Dijken *et al.* 1986). Chiang *et al.* (1986), além de citarem um sensível decréscimo de parasitismo por *Trichogramma* em ovos com mais de um dia de idade, relatam que o efeito é maior sob altas temperaturas.

Aspectos biológicos destes parasitóides foram pesquisados em diferentes gerações, hospedeiros e temperaturas (Basso *et al.* 1998, Barros & Vendramin, 1999). Contudo, não existem pesquisas relativas aos aspectos biológicos deste parasitóide quando criado em ovos de *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Crambidae).

Assim, o estudo das características biológicas de diferentes espécies de *Trichogramma*, incluindo a influência da fase embrionária dos ovos desse hospedeiro sobre o parasitismo, pode fornecer informações importantes à implantação de programas de manejo integrado deste inseto-praga.

O objetivo deste capítulo foi avaliar a taxa de parasitismo, a viabilidade, a razão sexual, a duração do período ovo-adulto e a longevidade dos descendentes de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *C. vestigialis* em diferentes estágios embrionários.

Material e Métodos

As criações dos hospedeiros e parasitóides foram realizadas como descrito no primeiro capítulo.

A fim de garantir a idade desejada, todos os ovos de *C. vestigialis* utilizados no experimento foram coletados com aproximadamente um dia, separados em número de vinte por repetição, depositados em tubos de vidro (1,0 x 10 cm) e mantidos em estufa com temperatura controlada de $20^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, com fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Ao atingir as idades desejadas para o estudo (24, 48, 72 e 96 horas) uma fêmea por espécie de *Trichogramma* proveniente de ovos de *P. sequax* foi adicionada ao tubo de vidro. Os experimentos foram realizados em câmara climatizada à $20^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Ao final de 24 horas de parasitismo, as fêmeas foram retiradas e descartadas, e os tubos com as cartelas foram mantidos na temperatura, umidade e fotoperíodo mencionados, até a emergência dos descendentes.

Para cada espécie de *Trichogramma* foram realizadas 10 repetições tendo sido registrada a duração do período ovo-adulto, número de ovos parasitados, parasitóides emergidos e a razão sexual, sendo o sexo dos indivíduos determinado com base nas características morfológicas das antenas (Bowen & Stern 1966). Os parasitóides

emergidos foram alimentados com mel e observados diariamente para acompanhamento da longevidade.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados referentes ao número de ovos parasitados, tempo de desenvolvimento, parasitóides emergidos e razão sexual, foram submetidos à análise de amostras independentes de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de múltiplas comparações ($p < 0,05$). Os dados de longevidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). O programa utilizado para ambos os testes foi o STATISTICA V. 7.0.61.0.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de Kruskal-Wallis e o teste de múltiplas comparações, os ovos nos estágios embrionários de 24, 48 e 72 horas não influenciaram significativamente no parasitismo de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, apresentando maior número médio de ovos parasitados de $15,6 \pm 2,68$ (72 horas); $15,4 \pm 2,69$ (24 horas); $6,2 \pm 2,10$ (24 horas), para as respectivas espécies (Tabela 1).

Não houve parasitismo nos ovos com 96 horas de idade pelo avançado estágio de desenvolvimento dos embriões de *C. vestigialis* neste período.

Das três espécies utilizadas, *T. acacioi* foi a que apresentou a menor taxa de parasitismo, 9,5% ovos parasitados no tratamento de 72 horas, diferindo

significativamente de *T. atopovirilia* que no mesmo período de desenvolvimento embrionário apresentou 78% de parasitismo (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\pm E.P.) de ovos parasitados por *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em diferentes fases de desenvolvimento embrionário de *C. vestigialis*.

Idade do ovo (horas)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
24	9,3 \pm 2,60 _{aAB}	15,4 \pm 2,69 _{aA}	6,2 \pm 2,10 _{aB}
48	7,8 \pm 3,20 _{aA}	11,5 \pm 2,88 _{aA}	3,8 \pm 1,57 _{aA}
72	15,6 \pm 2,68 _{aA}	6,9 \pm 2,92 _{aAB}	1,9 \pm 1,32 _{aB}
96	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

O número de parasitóides emergidos demonstra altos índices de viabilidade e a idade do ovo influenciou apenas a emergência dos adultos de *T. acacioi* em ovos com 72 horas, sendo estatisticamente diferente dos resultados encontrados para as duas outras espécies.

T. pretiosum e *T. acacioi* mostraram preferência por ovos com 24 horas, apresentando números máximos de parasitóides emergidos de 24,5 \pm 4,53 e 9,1 \pm 3,24 respectivamente. Para *T. atopovirilia* o número máximo de adultos foi de 16,2 \pm 2,87 observado em ovos de 72 horas (Tabela 2).

As médias de parasitismo e de parasitóides emergidos, observadas entre os tratamentos de todas as espécies, não apresentaram diferença estatística apesar das diferenças observadas entre as três espécies. Isso pode ser explicado devido aos altos

valores de variância encontrado nas amostras. Porém ao se comparar os resultados encontrados entre as espécies, pode-se observar que *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* aparentam estar mais adaptadas ao parasitismo nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos de *C. vestigialis* do que *T. acacioi*. Esta variação pode ter ocorrido em função das características internas e externas dos ovos, já que o comportamento de aceitação dos hospedeiros pode variar entre espécies ou linhagens de *Trichogramma* (Navarajan 1979, Schmidt & Smith, 1987, Pratissoli *et al.* 2007).

Tabela 2. Média (\pm E.P.) dos parasitóides emergidos de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis* com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.

Idade do ovo (horas)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
24	11,8 \pm 3,61 _{aA}	24,5 \pm 4,53 _{aA}	9,1 \pm 3,24 _{aA}
48	8,2 \pm 3,45 _{aA}	18,4 \pm 5,15 _{aA}	5,9 \pm 2,45 _{aA}
72	16,2 \pm 2,87 _{aA}	9,0 \pm 3,86 _{aAB}	2,4 \pm 1,66 _{aB}

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Os resultados mostram uma tendência a maiores taxas de parasitismo e de parasitóides emergidos em ovos mais novos, havendo uma diminuição gradativa nos tratamentos subseqüentes, como se pode observar nos dados apresentados por *T. pretiosum* e *T. acacioi*. Estes são semelhantes aos relatados por Pratissoli & Oliveira (1999) para *T. pretiosum*, que também apresentou taxas maiores de parasitismo e de viabilidade em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nos estágios iniciais de desenvolvimento embrionário nos ovos deste hospedeiro. Os resultados

encontrados por Navarro & Marcano (1999) e Pak & Van Lenteren (1986) também demonstram uma menor adaptação de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* por ovos de *H. zea* com 72 horas.

Esta preferência por ovos mais novos pode ser explicada pela menor rigidez do córion nas primeiras 24 horas após a oviposição, que é limitante para a penetração do ovipositor e da esclerotização da cápsula cefálica do embrião, que de forma geral impossibilita o desenvolvimento do parasitóide (Pak, 1988).

Oliveria *et al.* (2003a) não observaram influência significativa da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* Cramer (Lepidoptera: Geometridae) no parasitismo de *T. maxacalii* Voegelé & Pointel nos primeiros cinco dias de idade dos ovos, dados que se assemelham aos apresentados para ovos de *C. vestigialis* com 72 horas parasitados por *T. atopovirilia*.

Lopes & Parra (1991) constataram que *T. distinctum* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresentou maiores taxas de parasitismo em ovos de *A. kuehniella*, com três ou quatro dias de desenvolvimento embrionário. Polanczyk *et al.* (2007) demonstraram que a porcentagem de parasitismo de *T. exiguum* foi maior em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutelidae) com três dias de desenvolvimento embrionário, independente da idade da fêmea.

Pastori (2007) relatou que fêmeas recém emergidas de *T. pretiosum* apresentam preferência por ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) com até 72 horas. Após esse período, ocorre um declínio na taxa de parasitismo. Berti & Marcano (1991), observaram taxas de emergência de *T. pretiosum* superiores a 78% em ovos de quatro hospedeiros (*S. cerealella*, *T. absoluta*, *P. operculella* e *N. elegantalis*) com até 5 dias de desenvolvimento embrionário.

O tempo de desenvolvimento foi afetado apenas no tratamento de 72 horas em ovos parasitados por *T. pretiosum*. Este resultado é significativamente diferente dos

encontrados em *T. atopovirilia* e *T. acacioi* que não variou, sendo a média igual a $17,0 \pm 0,00$ dias (Tabela 3).

Tabela 3. Média (\pm E.P.) do Tempo de desenvolvimento (dias) de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis* com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.

Idade do ovo (horas)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
24	$17,0 \pm 0,00_{aA}$	$17,0 \pm 0,00_{bA}$	$17,0 \pm 0,00_{aA}$
48	$17,0 \pm 0,00_{aA}$	$17,0 \pm 0,00_{bA}$	$17,0 \pm 0,00_{aA}$
72	$17,0 \pm 0,00_{aB}$	$18,0 \pm 0,00_{aA}$	$17,0 \pm 0,00_{aB}$

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

O tempo de desenvolvimento apresentado pelas três espécies em ovos de *C. vestigialis* está em conformidade com os resultados encontrados nos capítulos anteriores.

A razão sexual da progênie variou de $0,33 \pm 0,33$ a $0,53 \pm 0,11$ para *T. acacioi*, $0,69 \pm 0,06$ a $0,86 \pm 0,02$ para *T. atopovirilia* e $0,74 \pm 0,03$ a $0,81 \pm 0,02$ para *T. pretiosum*. Os ovos de 72 horas influenciaram positivamente na proporção fêmea:macho de *T. atopovirilia* diferindo dos valores observados para os ovos de 24 horas.

Também se pode observar um aumento gradativo na razão sexual de *T. pretiosum* com o aumento da idade dos ovos. Já para *T. acacioi* se observa uma inversão proporcional entre o número de fêmeas e a idade do ovo do hospedeiro apesar de não ser apresentada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Razão sexual (\pm E.P.) de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi* em ovos de *C. vestigialis* com diferentes fases de desenvolvimento embrionário.

Idade do ovo (horas)	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
24	0,69 \pm 0,06 _{bA}	0,74 \pm 0,03 _{aA}	0,53 \pm 0,11 _{aA}
48	0,78 \pm 0,03 _{abA}	0,79 \pm 0,05 _{aA}	0,49 \pm 0,26 _{aA}
72	0,86 \pm 0,02 _{aA}	0,81 \pm 0,02 _{aAB}	0,33 \pm 0,33 _{aB}

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Os resultados da razão sexual de *T. pretiosum* e *T. acacioi* são similares aos registrados por Pastori (2007), também em ovos de diferentes idades, onde os dados encontrados para este parâmetro variou de 0,56 a 0,85, não sendo encontrada diferença significativa entre elas.

Oliveira *et al.* (2003b) também não encontraram diferenças na razão sexual de *T. maxacalii* em ovos de diferentes idades de *O. vesulia*. O mesmo resultado foi reportado por Lopes & Parra (1991) para *T. distinctum* em ovos de *A. kuehniella*.

Assim como o presente trabalho Navarro & Marcano (1999) verificaram que a proporção de fêmeas:machos emergidos dos ovos parasitados por *T. pretiosum* foi cerca de 1:1 e não mostrou diferenças significativas de preferência pela idade do ovo, porém para *T. atopovirilia* os valores de 1,32:1 para a idade de 0 a 24 horas e de 1,24:1 para os de 24 a 48 horas foram estatisticamente menores do que 3,56:1 para a idade de 48-72 horas demonstrando influência não somente da espécie como da idade do ovo.

As fêmeas descendentes de todas as espécies de *Trichogramma* mostraram-se mais longevas que os machos. Ao analisar o estágio embrionário constatou-se que as

fêmeas descendentes de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* apresentaram maiores médias quando criadas em ovos com 72 horas, enquanto que *T. acacioi* obteve melhor resultado em ovos de 24 horas, mesmo que não diferindo estatisticamente dos resultados nos de 72 horas de idade (Tabela 5).

Tabela 5. Longevidade (Média ± E.P.) de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes temperaturas.

Tempo de desenvolvimento embrionário (horas)	Sexo	Longevidade (dias)		
		<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. acacioi</i>
24	♀	14,0 ± 0,61 _{abA}	13,0 ± 0,41 _{bcA}	12,7 ± 0,54 _{baA}
	♂	7,7 ± 0,99 _{ca}	9,1 ± 0,67 _{aA}	7,5 ± 0,72 _{aA}
48	♀	15,0 ± 0,45 _{ba}	14,3 ± 0,54 _{cdA}	8,9 ± 0,99 _{aB}
	♂	10,8 ± 1,22 _{acAB}	11,0 ± 1,05 _{abB}	7,5 ± 0,53 _{aA}
72	♀	17,0 ± 0,31 _{dc}	15,5 ± 0,59 _{dB}	10,4 ± 1,90 _{abA}
	♂	14,2 ± 0,88 _{abB}	10,2 ± 1,48 _{abcA}	7,3 ± 0,79 _{aA}

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

Já Oliveira *et al.* (2003a), utilizando *T. maxacalii* parasitando *O. vesulia*, observaram maior longevidade em ovos com cinco dias de idade, dado que corrobora

com os resultados encontrados para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*. Contudo Bai *et al.* (1995) encontraram variações nas longevidades apresentadas por *T. brassicae* Bezdenko (8,6 – 9,2 dias), *T. minutum* Riley (10,2 a 11,7 dias) e *T. nr. sibiricum* Sorokina (8,3 a 12,4 dias) em seis lepidópteros, demonstrando a existência da diferente aceitabilidade entre parasitóides e ovos de determinada praga.

A maior longevidade em parasitóides implica em indivíduos com tempo maior para procurar e parasitar ovos dos seus hospedeiros em campo, o que contribui para o aumento da sua população e da eficácia no controle de surtos posteriores de pragas.

Diversos estudos tentam elucidar as relações entre a idade do hospedeiro e o potencial de parasitismo, bem como a viabilidade de *Trichogramma*. Nettles Júnior (1990) cita que os parasitóides de ovos podem ser dependentes de nutrientes específicos que são utilizados durante o desenvolvimento embrionário, promovendo alterações nas características biológicas da espécie. Vinson (1997) afirma que a composição dos nutrientes de reservas de um ovo sofre alterações com o desenvolvimento embrionário, transformando-se em tecidos quimicamente complexos.

Com os resultados obtidos neste experimento, observa-se que as diferentes fases de desenvolvimento embrionário dos ovos de *C. vestigialis* não afetam a capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia*, *T. pretiosum* e *T. acacioi*, porém indicam que este parâmetro biológico varia conforme a espécie do parasitóide.

Conclusões

Com os resultados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir:

1. Diferentes fases de desenvolvimento embrionário de *C. vestigialis* afetam a capacidade de parasitismo e a longevidade de *T. acacioi*;
2. *T. atopovirilia* é a espécie mais indicada para o controle de *C. vestigialis*, já que apresenta menor variação em suas características biológicas em ovos com até 72 horas de desenvolvimento embrionário.

Literatura Citada

- Bai, B., S. Çobanoglu & S.M. Smith. 1995.** Assessment of *Trichogramma* species for biological control of forest lepidopteran defoliators. Entomol. exp. app. 75: 135-143.
- Barros, R. & J.D. Vendramin. 1999.** Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutelidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Bras., 28: 469-476
- Basso, C., G. Grille, F. Pompanon, R. Allemand & B. Pintureau. 1998.** Comparación de los caracteres biológicos y etológicos de *Trichogramma pretiosum* y de *T. exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Rev. Chilena Ent. 25: 45-53.
- Berti, J. & R. Marcano. 1991.** Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de vários hospederos. Bol. Entomol. Venez. 6: 77-81.
- Bowen, W.R. & V.M. Stern. 1966.** Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 59: 823-834.
- Fuentes, S.F. 1994.** Produccion y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. Lima, Red de acción em alternativas al uso de agroquímicos (RAAA), 192p.
- Hassan, S.A. 1993.** The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: Achievements and outlook. Pest. Sci., 37: 387-391.
- Lopes, J.R.S. & J.R.P. Parra. 1991.** Efeito da idade de ovos do hospedeiro natural e alternativo no desenvolvimento e parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*. Rev. Agric. 66: 221-244.

- Melo, R.L., D. Pratissoli, R.A. Polanczyk, D.F. Melo, R. Barros, A.M. Milanez. 2007.** Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). Neotrop. Entomol. 36: 431-435.
- Navarajan, A. V. 1979.** Influence of host age on parasitism by *Trichogramma australicum* Gir. and *T. japonicum* Ashm. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Appl. Entomol. 87: 277-281.
- Navarro, R. & R. Marcano. 1999.** Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. Bol. Entomol. Venez. 14: 87-93.
- Nettles Junior, W.C. 1990.** In vitro rearing of parasitoids: Role of host factors in nutrition. Arch. Insect Biochem. Physiol. 13: 167-175.
- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, J.C. Zanuncio & J.E. Serrão. 2003a.** Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. Pesq. Agropec. Bras. 38: 551-554.
- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, C.A. Colombi & M.C. Espindula. 2003b.** Características biológicas de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner em ovos de *Corcyra cephalonica* Stainton. Magistra 15: 103-105.
- Pak, G & J.C. Van Lenteren. 1986.** Criteria and methods for the pre-release evaluation of different *Trichogramma* sp. strains. In: Ed. INRA, Paris. 43: 433-442.
- Pak, G.A. 1988.** Selection of *Trichogramma* for inundative biological control: a study of behavioural variations among strains and species of an egg-parasite genus. Wageningen: Landbouwniversiteit the Wageningen. 224p.
- Pastori, P.L. 2007.** Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e controle integrado de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) e

Grapholita molesta (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) com feromônios sexuais na cultura da macieira. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 151p. Dissertação de mestrado.

Pereira, F.F., R. Barros & D. Pratissoli. 2004. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Cienc. Rural 34: 1669-1674.

Polanczyk, R.A., D. Pratissoli, A.M. Holtz, C.L.T. Pereira & I.S.A. Furtado. 2007. Efeito da idade de *Trichogramma exiguum* e do desenvolvimento embrionário da traça-das-crucíferas sobre as características biológicas do parasitóide. Acta Sci. Biol. Sci. 29: 161-166.

Pratissoli, D. & H.N. Oliveira. 1999. Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesq. Agropec. Bras. 34: 891- 896.

Pratissoli, D., M.J. Fornazier, A.M. Holtz, J.R. Gonçalves, A.B. Chioramital & H.B. Zago. 2003. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. Hortic. Bras. 21: 73-76.

Pratissoli, D., R.A. Polanczyk, C.L.T. Pereira, I.S.A. Furtado & J.G. Cochetto. 2007. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. Hortic. Bras. 25: 286-290.

Schmidt, J.M. & J.J.B. Smith. 1987. The measurement of exposed host volume by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* and effects of wasp size. Can. J. Zool. 65: 2837-2845.

- Suzuchi, Y., H. Tsuji & M. Sasakawa. 1984.** Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Anim. Behav.* 32: 478-484.
- Vinson, S.B. 1997.** Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. p. 67–119 in: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997.** O gênero *Trichogramma* na América do Sul. p. 183-205. in: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.