

**BIOECOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES DE *Trichogramma* PARA
O CONTROLE DE *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) EM CITROS**

ROSA MARIA DA SILVA MOLINA

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área de Concentração: Entomologia

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Janeiro - 2003

**BIOECOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES DE *Trichogramma* PARA
O CONTROLE DE *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927)
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) EM CITROS**

ROSA MARIA DA SILVA MOLINA

Bióloga

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

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Janeiro – 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Molina, Rosa Maria da Silva

Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera : Tortricidae) em citros / Rosa Maria da Silva Molina. - - Piracicaba, 2003.
80 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

Bibliografia.

1. Bicho-furão-dos-citros 2. Citricultura 3. Controle biológico 4. Fruticultura
5. Insetos parasitas 6. Linhagens insetos 7. Tricogramatideo I. Título

CDD 634.3

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

A DEUS,

fonte de força, luz e perseverança,

AGRADEÇO

À minha mãe

por me dar a vida e me ensinar

a lutar pelos meus

sonhos e objetivos,

DEDICO

Ao meu esposo Vanoli

por me amar, compreender e ser

um estímulo a nunca desanimar

frente às dificuldades,

OFEREÇO

"Que Deus ilumine a cabeça de cada um que procura de alguma forma amenizar o impacto brutal que o homem causa ao meio ambiente. Para que possam buscar soluções, integrando o homem ao ambiente de forma amena e pacífica. Para que possa fazer um uso racional dos recursos disponíveis respeitando os limites de cada ser que compõe o planeta Terra".

AGRADECIMENTOS

Ao Fundecitrus, pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou minha participação no curso de Pós- Graduação;

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, professor titular do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da ESALQ/USP, pela orientação, apoio e valiosos ensinamentos;

Ao Dr. Manoel Araújo Uchoa-Fernandes, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelos ensinamentos, amizade e incentivo à realização do curso;

Aos professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos;

Ao Engenheiro Agrônomo Vanoli Fronza, pelas discussões, sugestões e auxílios nas análises estatísticas e esclarecimentos em momentos de dúvidas e pelas fotos;

À Engenheira Agrônoma Rita Gervásio, pelo auxílio em análises do programa Sanest e ao Engenheiro Agrônomo Dori Edson Nava pelo auxílio na confecção de alguns gráficos;

À Dr^a. Ranyse Barbosa Querino da Silva, do Laboratório de Taxonomia de Insetos da ESALQ/USP pela confirmação específica das populações de *Trichogramma*;

À Neide Graciano Zério, técnica do Laboratório de Biologia de Insetos e ao Engenheiro Agrônomo Peter Kasten Júnior pela valiosa amizade e auxílio nos momentos difíceis e colaboração durante a realização dos trabalhos;

Aos colegas Patrícia, Sandra, Ana Lia, Priscila, Maurício, Ademir, Dori, Adriana, Isabel, Diogo, Jerson, Francisco, Christina, Odnei, Alexandre, Lusinério, Eduardo, Silvia, Negri, Ana Maria e Fernando Cònsoli, pelo agradável convívio, amizade e auxílio durante todo o período que estive no Laboratório de Biologia de Insetos;

As minhas queridas amigas de repúblicas Cristina Miranda, Caroline Abate e Norma Migone pelos momentos alegres e inesquecíveis e pelos incentivos nas horas difíceis;

A todos os colegas e amigos do curso de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ/USP, que de uma forma ou de outra colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos bioecológicos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Lima, 1927).....	3
2.2 Aspectos bioecológicos de <i>Trichogramma</i>	5
2.3 Biologia de <i>Trichogramma</i>	7
2.4 Seleção de linhagens de <i>Trichogramma</i> para uso em controle biológico.....	10
2.5 Ocorrência e eficiência de <i>Trichogramma</i> em frutíferas.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Criação e manutenção de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Lima, 1927).....	22
3.2 Criação e manutenção das linhagens de <i>Trichogramma</i>	23
3.3 Seleção de linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i>	24
3.4 Biologia das espécies/linhagens selecionadas de <i>Trichogramma</i> em ovos de <i>E. aurantiana</i>	26
3.4.1 Em diferentes temperaturas.....	26

3.4.2	Determinação das exigências térmicas de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) sobre ovos de <i>E. aurantiana</i>	27
3.5	Capacidade de parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>E. aurantiana</i> e <i>A. kuehniella</i>	28
3.5.1	Efeito do tempo de exposição (horas) sobre o parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>E. aurantiana</i> e <i>A. kuehniella</i>	28
3.6	Determinação do número ideal de <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) a ser liberado por ovo de <i>E. aurantiana</i>	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Seleção de linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i>	31
4.2	Biologia das espécies/linhagens selecionadas de <i>Trichogramma</i> em ovos de <i>E. aurantiana</i>	37
4.2.1	Em diferentes temperaturas.....	37
4.2.2	Determinação das exigências térmicas de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) sobre ovos de <i>E. aurantiana</i>	41
4.3	Capacidade de parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>E. aurantiana</i> e <i>A. kuehniella</i>	45
4.3.1	Efeito do tempo de exposição (horas) sobre o parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>E. aurantiana</i> e <i>A. kuehniella</i>	53
4.4	Determinação do número ideal de <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) a ser liberado por ovo de <i>E. aurantiana</i>	57
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
6	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Esquema do tubo de vidro utilizado para criação e manutenção das linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i> , com a respectiva cartolina azul contendo ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> , com o código de identificação da linhagem e data de parasitismo.....	24
2 Tubo de vidro utilizado nos experimentos de seleção e biologia das linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i>	27
3 Gaiola utilizada no experimento de telado para determinação do número ideal de <i>Trichogramma pretiosum</i> (linhagem G18) a ser liberado por ovo de <i>Ecdyolopha aurantiana</i> . A. Armação de ferro (40 x 40 x 120 cm); B. Detalhe dos ovos de <i>E. aurantiana</i> fixados com fita adesiva na planta; C. Tecido branco (“voile”) recobrimdo a armação de ferro.....	30
4 Curva de velocidade de desenvolvimento de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) criado em ovos de <i>Ecdyolopha aurantiana</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	43
5 Curva de velocidade de desenvolvimento de <i>Trichogramma pretiosum</i> (linhagem G18) criado em ovos de <i>Ecdyolopha aurantiana</i> , em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	43

- 6 Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de *Trichogramma* provenientes de ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas. A. *T. atopovirilia* (linhagem Atp); B. *T. pretiosum* (linhagem G18)..... 51
- 7 Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de *Trichogramma* proveniente de ovos de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas. A. *T. atopovirilia* (linhagem Atp); B. *T. pretiosum* (linhagem G18)..... 52
- 8 A. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum* (linhagem G18) em diferentes tempos de exposição; B. Porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem G18) em diferentes tempos de exposição; C. Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma* em diferentes tempos de exposição, provenientes de ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*; D. Porcentagem de parasitismo de *Trichogramma* em diferentes tempos de exposição, provenientes de ovos de *E. aurantiana*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas..... 55
- 9 Relação entre números variáveis de parasitóides (*Trichogramma pretiosum* - linhagem G18), liberados por ovo de *Ecdytoplopha aurantiana* e porcentagem de parasitismo, em telado. Piracicaba, SP. Março, 2002..... 59

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Duração (dias) do período ovo-adulto, número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo e porcentagem de emergência de 13 linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i> criadas em ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . Período de parasitismo: 24 horas, temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	35
2 Número de adultos emergidos por ovo, longevidade (dias) de fêmeas e machos e razão sexual de 13 linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i> criadas em ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . Período de parasitismo: 24 horas, temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	36
3 Porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo, razão sexual, longevidade de fêmeas e machos e duração do ciclo (ovo-adulto) de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e de <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18), em diferentes temperaturas, criados em ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . Período de parasitismo: 24 horas, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	40
4 Limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) do período ovo-adulto de duas espécies de <i>Trichogramma</i> , criadas em ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , em condições de laboratório. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	42

5	Temperatura base (T_b), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) de várias linhagens/espécies de <i>Trichogramma</i> , em diferentes hospedeiros, considerando-se diversos autores.....	44
6	Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>Ecdytoplopha aurantiana</i> e de <i>Anagasta kuehniella</i> . Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	48
7	Valores médios de porcentagem de parasitismo total, porcentagem de emergência e número de adultos emergidos por ovo, de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>Ecdytoplopha aurantiana</i> e <i>Anagasta kuehniella</i> . Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	49
8	Mortalidade diária (%) <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>Ecdytoplopha aurantiana</i> e <i>Anagasta kuehniella</i> . Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	50
9	Números de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>Ecdytoplopha aurantiana</i> e <i>Anagasta kuehniella</i> em diferentes tempos de exposição. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.....	54
10	Números de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (linhagem Atp) e <i>T. pretiosum</i> (linhagem G18) provenientes de ovos de <i>Ecdytoplopha aurantiana</i> e de <i>Anagasta kuehniella</i> . Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas....	56

**BIOECOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES DE *Trichogramma* PARA O CONTROLE
DE *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)
EM CITROS**

Autora: ROSA MARIA DA SILVA MOLINA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o potencial de utilização de espécies/linhagens de *Trichogramma* como mais um componente do manejo de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927), importante praga da citricultura paulista, foram realizadas avaliações biológicas envolvendo seleção de linhagens, biologia em diferentes temperaturas, exigências térmicas, capacidade de parasitismo e número de ideal de parasitóides a ser liberado por ovo da praga. A seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma* é básica para o controle de *E. aurantiana*, pois ocorreu uma grande variação no parasitismo de ovos da praga dentre os vários materiais biológicos estudados. A razão sexual das espécies/linhagens não foi afetada pela temperatura na faixa de 18 a 32°C, sendo a temperatura de 25°C a mais adequada para as espécies/linhagens estudadas. A duração do período ovo-adulto de *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e de *T. pretiosum* Riley, 1879 foi inversamente relacionada como aumento da temperatura, na faixa térmica de 18 a 32°C, sendo as exigências térmicas dessas espécies muito próximas, em torno de 108 GD. O hospedeiro de criação natural, *E. aurantiana* ou o alternativo, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) não afetaram o parasitismo das espécies/linhagens

selecionadas. Em laboratório, obteve-se maior parasitismo expondo-se 30 ovos de *E. aurantiana* por fêmea de *Trichogramma* spp. durante 34 horas. As maiores taxas de parasitismo de ovos de bicho-furão para as duas espécies/linhagens ocorreram quando os parasitóides foram provenientes de ovos de *E. aurantiana*. A proporção estimada de 36 parasitóides por ovo de *E. aurantiana* possibilitou a maior porcentagem de parasitismo por *T. pretiosum*. Os resultados obtidos indicaram que os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* apresentam potencial de controle de *E. aurantiana*, desde que liberados em grandes quantidades por unidade de área e em torno das plantas.

**BIOECOLOGY OF TWO SPECIES OF *Trichogramma* TO CONTROL
Ecdytolopha aurantiana (Lima, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)
IN *Citrus***

Author: ROSA MARIA DA SILVA MOLINA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

In order to evaluate the potential of use of *Trichogramma* species/strains as an additional component in the management of *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927), an important pest of *Citrus* in the state of São Paulo, biological trials were carried out involving strain selection, biology at different temperatures, thermal requirements, parasitism capacity and optimal number of parasitoids to be released per pest egg. The selection of *Trichogramma* strains/species is basic to control *E. aurantiana* for the egg parasitism of the pest varied greatly among several biological materials studied. The sex ratio of the species/strains was not affected by the temperature at a 18-32°C range, and 25°C was the more suitable temperature for the species/strains studied. The duration of the egg-adult period of *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 and *T. pretiosum* Riley, 1879 was inversely related to the increased temperature at a thermal range of 18-32°C, and the thermal requirements of these species are very close, ranging 108 DD (degree days). Neither the natural rearing host, *E. aurantiana*, nor the factitious host, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) affected the parasitism of the selected species/strains. The proportion of 30 eggs of *E. aurantiana* per *Trichogramma* spp. female provided a higher parasitism rate, with eggs exposed to the parasitoid for 34 hours. The higher parasitism

rates of the eggs of citrus fruit borer for the two species/strains occurred when the parasitoids were reared on eggs of *E. aurantiana*. The estimated ratio of 36 parasitoids per egg of *E. aurantiana* allowed a higher parasitism percentage of *T. pretiosum*. The results achieved showed that the egg parasitoids of *Trichogramma* have a potential to control *E. aurantiana* provided that they are released in large amounts per area unit and surrounding the plants.

1 INTRODUÇÃO

As pragas estão entre os fatores limitantes para a produção de citros no Brasil, exigindo muita mão-de-obra para sua detecção e monitoramento e um alto volume de agroquímicos para seu controle. Dentre tais pragas, especialmente em São Paulo, nos últimos anos, vem se destacando o bicho-furão-dos-citros, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927). Este inseto provoca perda total do fruto atacado, provocando sua queda e apodrecendo-o, não servindo nem para a indústria e nem para o consumo *in natura*.

Os prejuízos à citricultura, devido ao ataque do bicho-furão, já eram citados no final da década de 70 e início da década de 80 (Prates et al., 1981); entretanto, do final da década de 80 até hoje, a praga aumentou muito em importância, uma vez que, com frequência, tem atingido o nível de dano econômico nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo. Nestes casos, estimam-se as perdas em até 50 milhões de dólares por ano (Fundecitrus, 2000).

Os estudos básicos de biologia (Garcia, 1998) e comportamento (Bento, 2001) resultaram na síntese do feromônio sexual do bicho-furão, o qual tornou-se muito importante para o monitoramento populacional da praga. Segundo Bento et al. (2001), a utilização deste feromônio pelos agricultores reduziu sensivelmente o número de aplicações de inseticidas na cultura de citros, pois muitas aplicações eram feitas de forma preventiva ou em épocas inadequadas.

Com esta possibilidade de monitoramento, além do controle químico, outras alternativas, incluindo a biológica podem ser recomendadas.

Entretanto, pouco se conhece sobre seus inimigos naturais, o que se deve, provavelmente, ao fato do bicho-furão ser considerado uma praga secundária até a década de 80.

O uso de inimigos naturais como componente adicional em programas de manejo do bicho-furão pode ser viável, pois trabalhos desenvolvidos pela ESALQ/USP apresentaram resultados promissores com *Trichogramma* spp. para controle de diversas pragas da ordem Lepidoptera (Parra et al., 2002) e pesquisas recentes demonstraram um grande potencial de controle de *E. aurantiana* através de *T. pretiosum* Riley, 1879 (Garcia, 1998).

Estes parasitóides de ovos talvez sejam os inimigos naturais mais estudados e utilizados no mundo, com ampla distribuição geográfica tendo um grande número de hospedeiros da ordem Lepidoptera (Parra, 1997).

Estes estudos têm demonstrado que sucessos e insucessos no uso destes parasitóides dependerão, entre outros fatores, da escolha da espécie ou mesmo linhagens e por isso tornam-se importantes os estudos de seleção de linhagens e/ou espécies para obtenção de parasitóides mais eficientes, melhor adaptados à cultura e/ou hospedeiro e à diferentes condições climáticas (Hassan, 1997).

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial de utilização de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* como agente de controle de *E. aurantiana*, com base em avaliações biológicas incluindo seleção de linhagens, biologia em diferentes temperaturas, exigências térmicas, capacidade de parasitismo e número ideal de parasitóides a ser liberado por ovo da praga, visando à sua liberação para controle desta importante praga da citricultura paulista como mais um componente de manejo da praga.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos bioecológicos de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927)

O bicho-furão-dos-citros, *E. aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae) é um microlepidóptero com cerca de 17mm de envergadura, de coloração marrom acimentada. Segundo Prates & Pinto (1988) as asas da fêmea são mais escuras do que as do macho, tendo uma mancha característica, de coloração marrom clara, em volta da margem externa. As asas têm escamas de coloração variada, formando uma combinação que permite ao adulto, quando em repouso, mimetizar um pedaço de casca seca e proteger-se de inimigos naturais.

O bicho-furão é encontrado em citros, goiaba, lichia, manga e macadâmia, podendo atacar também fruta-do-conde (Zucchi et al., 1993; Nakano & Soares, 1995).

De acordo com Zucchi et al. (1993) esta espécie ocorre em toda a América do Sul. No Brasil foi relatada a ocorrência do inseto no Amazonas, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Goiás, Pará, Mato Grosso, Santa Catarina e São Paulo (Prates & Pinto, 1991). No Estado de São Paulo foi registrada a sua presença em 54 municípios das principais regiões citrícolas (Prates & Pinto, 1995).

O bicho-furão é responsável por prejuízos anuais estimados em mais de 50 milhões de dólares para a citricultura brasileira (Fundecitrus, 2000). Em função destas perdas, é considerada uma das principais pragas da cultura, assumindo este “status” especialmente a partir da década de 90.

Em condições de campo, o ataque dessa praga tem início a partir de novembro e intensifica-se nos meses de janeiro, fevereiro e março. As variedades mais infestadas, em ordem decrescente, são: Pêra, Natal, Valência e Hamlin (Prates & Pinto, 1995).

A mariposa do bicho-furão coloca os ovos sobre a casca da laranja, isoladamente, chegando a ovipositar de 150 a 200 ovos e, depois de completar o desenvolvimento embrionário, eclode a lagarta que perfura a casca e penetra no interior do fruto, se alimentando da polpa. O local de ataque é identificado pela eliminação de excrementos das lagartas, em um orifício localizado na parte central da lesão; o local do ataque é arredondado e os excrementos endurecidos. Se o fruto não cair da planta, a lagarta tece um fio de seda, pelo qual desce, para se transformar em pupa no solo ou na base da planta (Garcia, 1998; Garcia et al., 1998).

Em alta população esta praga ataca indistintamente frutos verdes e maduros; embora a lagarta não consiga atingir a polpa do fruto verde, pois morre em grande porcentagem nos primeiros ínstaes, leva também ao apodrecimento e à perda total do fruto (Parra et al., 2001).

A duração do ciclo (ovo-adulto) em frutos é de 35 a 39 dias e em dieta artificial de 32 a 35 dias. Em frutos e em dieta artificial o inseto apresenta 5 e 4 ínstaes, respectivamente (Garcia, 1998).

O controle do bicho-furão é efetuado quase que exclusivamente com o uso de inseticidas químicos e/ou biológicos. Entretanto, não existia uma metodologia de amostragem apropriada para indicar o melhor momento destas aplicações. Deste modo, iniciaram-se buscas de novas metodologias alternativas e mais confiáveis para amostragem de *E. aurantiana*. As amostragens de ovos e lagartas de primeiro ínstar se mostraram inviáveis e de alto custo (Garcia, 1998). Com isso, os adultos se apresentaram como a fase ideal para amostragem, visando antecipar à ocorrência de surtos populacionais desta praga. Embora alguns citricultores e grandes grupos citrícolas tenham utilizado dietas artificiais para acompanhamento do desenvolvimento biológico do bicho-furão em campo, para determinar o momento de emergência e, conseqüentemente, a hora da aplicação, este método teve limitações, especialmente para grandes áreas (Parra).¹ Assim, Bento et al. (2001) desenvolveram uma nova metodologia de amostragem de adultos por meio de seu feromônio sexual, como forma de tornar o seu controle mais racional e eficiente.

¹ PARRA, J. R. P. (ESALQ-USP, Piracicaba). Comunicação pessoal, 2001.

O feromônio sexual é uma substância química emitida pelas fêmeas (neste caso do bicho-furão) para atrair os machos para o acasalamento, e é um componente importante para o manejo desta praga nos citros, por vários motivos: 1) é específico, ou seja, atrai unicamente os machos do bicho-furão; 2) como atrai o adulto, o monitoramento indica o momento adequado para o início do controle, e evita perdas; 3) o monitoramento bem conduzido pode reduzir a quantidade final de aplicações de inseticidas, tornando o controle da praga mais racional e econômico, favorecendo ainda a preservação de inimigos naturais (Bento et al., 2001); 4) como o controle é feito no início do ataque, ou seja no início da penetração da lagarta no fruto, as opções com produtos biológicos são mais viáveis. Este feromônio, comercializado pela CooperCitrus, com o nome de Ferocitrus-Furão®, vem sendo utilizado em cerca de 5 a 20% da área citrícola paulista (Parra).¹

2.2 Aspectos bioecológicos de *Trichogramma*

Trichogramma é o maior gênero da família Trichogrammatidae, com aproximadamente 180 espécies reconhecidas. São exclusivamente parasitóides de ovos, atacando inúmeras espécies de pragas, principalmente da Ordem Lepidoptera (Pinto, 1998) e estão entre os menores insetos, com comprimentos variando de 0,2 a 1,5mm (Pinto & Stouthamer, 1994).

As espécies de *Trichogramma* ocorrem nas seis regiões biogeográficas do mundo: Paleártica, Oriental, Neártica, Neotropical, Afrotropical e Australásia. Várias espécies são relativamente comuns em diferentes regiões, decorrentes de distribuições naturais. *T. pretiosum* Riley, 1879, por exemplo, está amplamente distribuído no Novo Mundo (Pinto & Stouthamer, 1994).

As espécies de *Trichogramma*, especialmente aquelas adaptadas a habitats agrícolas e a outros habitats modificados, estão amplamente distribuídas na América do Sul. A maioria das espécies está registrada para o Brasil (24 espécies), seguido pela Venezuela (9 espécies), Colômbia (7 espécies) e Peru (6 espécies). No Brasil, *T.*

pretiosum é a espécie mais amplamente distribuída, com registros nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul, sendo que o maior número de registros de espécies encontra-se na região Sudeste. Nas demais regiões a diversidade de espécies permanece praticamente desconhecida devido à falta de coleta e de estudos taxonômicos do grupo (Querino, 2002).

A utilização de *Trichogramma* foi iniciada, principalmente, quando Flanders (1930), demonstrou a possibilidade de utilização de ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier), como hospedeiro alternativo para multiplicação do parasitóide, facilitando a criação e multiplicação em larga escala. Posteriormente, Lewis et al. (1976) demonstraram a superioridade de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) como hospedeiro de criação, embora Cadapan (1988) tenha também encontrado características biológicas adequadas de *Corcyra cephalonica* (Stainton) para criação de espécies de *Trichogramma*. Gomes (1997) avaliou a adequação desses hospedeiros alternativos para criação de *T. pretiosum* e *T. galloi* Zucchi e concluiu que o hospedeiro alternativo mais adequado para criação de *T. pretiosum* foi *A. kuehniella* e para *T. galloi*, *C. cephalonica*, sendo *S. cerealella* o hospedeiro menos adequado para multiplicação das duas espécies em laboratório.

Trichogramma é o parasitóide de ovos mais estudado mundialmente, existindo cerca de 20 espécies (incluindo, 2 espécies do gênero *Trichogrammatoidea*) criadas massalmente em 23 países, nos quais se utilizam liberações inundativas. Dentre essas espécies destacam-se *T. pretiosum*, *T. evanescens* Westwood, *T. dendrolimi* Matsumura, *T. brassicae* Bezdenko, *T. ostrinae* Pan & Chen, *T. chilonis* Ishii, *T. exiguum* Pinto & Platner e *T. euproctidis* Girault, sendo as mais utilizadas para controle de pragas em diferentes culturas e países (Li, 1994; Hassan, 1997).

Os países que mais empregam *Trichogramma* no controle de pragas são a Rússia, o México e a China, sendo que neste último se domina a técnica de criação *in vitro*, liberando-se insetos em extensas áreas para controle de diversas pragas, produzidos *in vivo* e *in vitro*. A França, EUA e, recentemente, o Brasil, buscam o desenvolvimento e aprimoramento dessa nova técnica de criação (Cônsoi & Parra, 1997). Na América do Sul, a Colômbia destaca-se como maior produtor de *Trichogramma in vivo*.

No Brasil, são poucos os trabalhos com o uso prático de *Trichogramma* se comparado a outros países. Porém, o volume de informações e os resultados obtidos são muito interessantes e passíveis de serem utilizados nas culturas de algodão, soja, cana-de-açúcar, tomate, milho, pragas de grãos armazenados, citros, abacate, etc. (Parra et al., 2002).

O caso mais relevante de controle biológico aplicado com a utilização de *Trichogramma*, no Brasil, refere-se ao uso de *T. pretiosum* para o controle da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick), importado da Colômbia e depois criado em ovos de *S. cerealella* pela EMBRAPA Semi-Árido em Petrolina-PE, na década de 90 (Haji et al., 2002).

2.3 Biologia de *Trichogramma*

Os insetos do gênero *Trichogramma* são holometabólicos. No processo de desenvolvimento passam pela fase de ovo, larva, pré-pupa, a qual é caracterizada pela presença de sais de urato, acumulados em todo o tegumento do inseto, e da pupa, onde a coloração do inseto vai se tornando mais escura à medida que o desenvolvimento avança, devido à esclerotização da cutícula. Os sais de urato, os quais durante o período inicial do desenvolvimento da pré-pupa encontram-se dispersos pelo tegumento, ao final desse estágio já começam a se concentrar, ficando localizados na região central do abdome da pupa, formando uma massa única, e conferindo uma coloração escura aos ovos parasitados, sendo esta uma característica marcante de parasitismo por *Trichogramma* (Cônsoi et al., 1999).

O número de ínstar larvais em *Trichogramma* tem sido realizado pela determinação do tamanho da mandíbula dos mesmos, sendo por isso, sugerida a existência de um número variável de 3 a 4 ínstar (Flanders, 1937; Pak & Oatman, 1982). No entanto, estudos mais detalhados, utilizando técnicas de microscopia eletrônica, verificaram que não ocorre crescimento da mandíbula durante o desenvolvimento larval. A larva recém-eclodida já apresenta a sua mandíbula

completamente desenvolvida, evidenciando assim a ocorrência de apenas um ínstar larval (Volkoff et al., 1995; Dahlan & Gordh, 1996). Outra observação que tem sugerido a existência de um único ínstar é a localização de apenas um tegumento aderido ao corpo da larva, que se refere ao córion, pois não foi verificada a presença de mandíbulas nesse tegumento (Dahlan & Gordh, 1996).

O modo de reprodução mais comum em *Trichogramma* é a arrenotoquia, como nos Hymenoptera em geral, ou seja, ovos fertilizados produzem fêmeas diplóides e ovos não-fertilizados produzem machos haplóides. Outro modo menos comum é telitoquia, ou partenogênese completa, na qual ovos fertilizados e não-fertilizados produzem fêmeas diplóides. Em *Trichogramma* existem duas formas de telitoquia: reversível (associada a infecções microbianas) e a não reversível (Stouthamer et al., 1990). Em várias espécies desse parasitóide, a telitoquia é causada por α -proteobactérias do gênero *Wolbachia* conhecidas por induzir partenogênese em mais de 10 espécies de *Trichogramma* (Stouthamer et al., 1993; Pinto & Stouthamer, 1994).

Segundo Stouthamer (1993) em programas de controle biológico utilizando-se uma população telítoca, várias vantagens são apresentadas em relação à população arrenótoca: crescimento mais rápido da população; redução dos custos de produção, pois não há produção de machos; fácil estabelecimento no campo, pois não há necessidade de cópula e, além disto, a população pode-se reproduzir eficientemente em densidade baixa do hospedeiro. Gomes (2002) constatou que fêmeas infectadas por *Wolbachia* apresentaram maior capacidade de parasitismo e maior fecundidade em relação às fêmeas livres do simbionte em criações *in vitro* de *T. pretiosum*. Entretanto, Prezotti (2001) avaliou os efeitos da colonização em laboratório de populações sexuadas (arrenótocas) e telítocas de *T. pretiosum* sobre características biológicas como: parasitismo, emergência, razão sexual, longevidade e deformação de adultos. O monitoramento da qualidade das populações foi feito durante 24 gerações, sendo as populações iniciadas a partir de um casal e de uma fêmea. O autor concluiu que, as populações sexuadas apresentaram significativa superioridade, em relação ao parasitismo e à habilidade para suportar adversidades no processo de criação, quando comparadas às populações telítocas. E que estas, por sua vez, se submetidas a um

criteroso processo de seleção, podem ser mantidas com qualidade aceitável, por pelo menos 23 gerações, em criações de laboratório, exigindo maior rigor no processo de controle de qualidade, em relação às populações sexuadas. O autor ressalta que os resultados indicam a importância da realização de uma rigorosa seleção de linhagens candidatas, antes de se iniciar a criação massal, já que das cinco populações telíticas utilizadas no trabalho, duas conseguiram manter-se viáveis, mesmo sofrendo as mesmas adversidades das demais.

O número de ovos colocados pelo parasitóide é variável, em função do volume do ovo do hospedeiro, sendo que este tamanho fornece ao parasitóide uma medida aproximada da quantidade de nutrientes contida no seu interior, os quais decrescem com a idade (Vinson, 1997), sendo o tamanho do ovo um fator importante na seleção hospedeira (Gomes, 1997).

A razão sexual de espécies de *Trichogramma* também é variável, sendo influenciada pela temperatura, umidade, hospedeiro e idade das fêmeas. Entretanto, a qualidade do hospedeiro é o principal fator que influencia a razão sexual, seja pelo reconhecimento da qualidade do ovo, anteriormente à oviposição, ou pela competição de recursos nutricionais no interior do hospedeiro (Vinson, 1997).

A duração total do ciclo de espécies de *Trichogramma* é muito variável e depende, principalmente, da temperatura. Por exemplo, o desenvolvimento de ovo até adulto para *T. pretiosum*, teve uma duração aproximada de 10 dias a 25 °C, independente do hospedeiro (Calvin et al., 1984; Harrison et al., 1985; Stein & Parra, 1987a; Bleicher & Parra, 1989; Cônsoli & Parra, 1996; Pratisoli & Parra, 2001).

Pesquisas realizadas demonstraram reduções do ciclo de desenvolvimento à medida que se aumenta a temperatura (dentro de certos limites); tal tendência foi mantida por outras espécies de *Trichogramma*, independente da origem das linhagens e do hospedeiro, sendo que estes estudos de biologia em diferentes temperaturas têm dado informações para determinação das exigências térmicas para este parasitóide, fornecendo subsídios aos programas de controle biológico (Butler Junior & Lopez, 1980; Goodenough et al., 1983; Calvin et al., 1984; Yu et al., 1984a; Ventura & Parra, 1994; Harrison et al., 1985; Estevam et al., 1987; Bleicher & Parra, 1990; Parra et al.,

1991; Sales Junior, 1992; Tironi, 1992; Rossi et al., 1997; Haddad et al., 1997; Zachrisson, 1997; Barros et al., 1998; Pratissoli & Parra, 2000).

2.4 Seleção de linhagens de *Trichogramma* para uso em controle biológico

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. O grande número de espécies, subespécies e linhagens de *Trichogramma*, criadas *in vivo* ou *in vitro*, apresentam diferenças que podem alterar sua eficiência no controle de uma determinada praga. Essas diferenças variam em relação à sua preferência por hospedeiros, culturas (reconhecimento e aceitação), no comportamento de busca (localização do habitat, localização hospedeira) e na tolerância às condições ambientais (Hassan, 1989).

Segundo Vinson (1997) embora um padrão geral de comportamento de localização e aceitação do hospedeiro possa ser descrito, e alguns estímulos específicos liberados tenham sido identificados, há grande plasticidade em todos os níveis do processo de seleção do hospedeiro. O autor comenta que essa plasticidade não está ligada apenas à variabilidade da herança genética, mas é influenciada pela experiência e pelo aprendizado, assim como as respostas comportamentais das fêmeas são ainda modificadas por sua condição fisiológica, a qual é afetada por fatores físicos, químicos e biológicos intrínsecos e extrínsecos. Variações de comportamento de busca, preferência e adequação ao hospedeiro têm sido mostradas também por diversos autores e, estas podem ocorrer tanto entre linhagens de espécies diferentes como entre linhagens de uma mesma espécie ou seja, independente dos padrões inatos, as espécies podem adaptar o seu comportamento ao ambiente que elas conviveram quando adultos ou jovens, o que é conhecido como aprendizado associativo ou α -condicionamento ou atribuída a experiência da fêmea adquirida durante o desenvolvimento larval (condicionamento pré-imaginal) (Hassan, 1989; Kaiser et al., 1989; Wajnberg, 1989; Cobert, 1985; Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993; Nurindah et al., 1999)

Aspectos quanto ao comportamento de localização do hospedeiro, capacidade de busca, “pureza” das colônias de criação, método de liberação e tolerância às condições ambientais, os quais interferem na eficiência do parasitóide são abordados (Hassan, 1989; Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993). Hassan (1989) enfatizou a necessidade de estudos de laboratório, semicampo e campo para o processo de seleção de linhagens. Segundo o autor, avaliações pré-introdutórias devem envolver, principalmente, a preferência e a adequação hospedeira; além disso, o comportamento de procura (localização do habitat e do hospedeiro) pode ser testado na presença da planta hospedeira, em experimentos de campo e semicampo, sendo a preferência (reconhecimento e aceitação) e a adequação hospedeira (capacidade de se desenvolver), testadas de forma satisfatória em experimentos de laboratório. Segundo Hassan (1997), nem sempre esses testes são realizados, sendo comum a liberação de uma linhagem que tenha sido coletada em uma espécie de praga, para o controle de outra praga e, além disto, raramente são realizadas avaliações das liberações em áreas comerciais; por razões práticas, espécies mais facilmente disponíveis, embora de menor eficiência, são frequentemente utilizadas.

Dentre os métodos utilizados para testar a preferência hospedeira, Hassan (1997) citou o método de contato e parasitismo e o método de observação contínua; em ambos, o comportamento de fêmeas isoladas é observado em uma arena contendo ovos do hospedeiro de criação e da praga visada. O método de contato e parasitismo consiste de observações, em intervalos de tempo definidos, sobre a localização do parasitóide na arena e da avaliação, no final de cinco dias, do número de ovos parasitados. No método de observação contínua, a fêmea é filmada continuamente por um período de 90 minutos, avaliando-se a duração das etapas de comportamento, número de ovos parasitados, número de ovos do parasitóide/ovo parasitado e razão sexual, sendo utilizada a razão entre aceitação/contato como uma medida da preferência hospedeira. O primeiro método é mais simples e fácil de ser conduzido, demanda menos tempo, e apresenta resultados similares ao método de observação contínua.

Um ponto fundamental no processo de seleção hospedeira diz respeito à capacidade dos adultos para selecionar hospedeiros adequados ao desenvolvimento da

prole. Variações no comportamento podem ocorrer em função da espécie ou linhagem de *Trichogramma* e do tipo de hospedeiro. Fatores como volume, espessura e dureza do córion e a idade do ovo interferem no comportamento e, conseqüentemente, no parasitismo por *Trichogramma*. O efeito desses fatores sobre o comportamento de parasitismo pode ser medido através do tempo que o inseto gasta para encontrar o hospedeiro (Vinson, 1997).

Uma vez selecionada a espécie de *Trichogramma* e o hospedeiro a ser utilizado, devem ser estudados o número de parasitóides a ser liberado, número de pontos de liberação, época, horário, forma de liberação, fenologia da cultura, agroquímicos seletivos e eficiência do parasitóide em campo.

O conhecimento do número de pontos de liberação por hectare é de fundamental importância para assegurar uma boa distribuição do parasitóide na área em que se deseja realizar o controle pois, em geral, esses insetos apresentam pequena capacidade de dispersão. Uma vez conhecido o raio efetivo de ação do parasitóide, pode-se determinar o número ideal de pontos de liberação (Botelho, 1997).

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

A decisão da melhor época de liberação está intimamente ligada ao nível populacional da praga. Utilizam-se meios indiretos para a determinação do momento ideal de liberação do agente (Pinto, 2002). Neste sentido, armadilhas de feromônio, armadilhas luminosas, época de postura da praga e graus-dia têm sido utilizados para sincronizar as liberações inundativas com o início da oviposição, sendo que as armadilhas de feromônio têm sido apontadas como o melhor método para prever o início da oviposição de pragas (Smith, 1996; Cruz, 2002).

Fatores como a arquitetura e a idade da planta, as condições climáticas no momento da liberação, a quantidade e a fase de desenvolvimento dos organismos liberados, o número de pontos de liberação, as técnicas de liberação e a frequência e o

intervalo entre as liberações devem ser levados em consideração no momento da liberação (Pinto, 2002).

As condições ambientais que podem ter influência no momento da liberação do parasitóide compreendem: temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar e da superfície da folha, radiação solar e a velocidade e direção do vento, as quais, embora sejam extremamente importantes, não podem ser controladas (Botelho, 1997).

Ao longo dos anos, técnicas diferentes têm sido desenvolvidas para evitar a predação do material parasitado e esta preocupação têm sido freqüente nas liberações de parasitóides de ovos (Pinto, 1999). Outra preocupação seria quanto a alimentação, pois segundo alguns trabalhos a longevidade é afetada se não tiver nenhuma fonte de alimento. Fêmeas não alimentadas parasitaram menos que aquelas providas de alimento (Lopes, 1988; Bleicher & Parra, 1989; Newton & Odendaal, 1990; Pinto, 1999).

O controle de qualidade na produção massal é uma medida importante a ser considerada, pois irá garantir a qualidade total do inimigo natural para que possa alcançar o desempenho desejado no campo, existindo, por exemplo na Europa, uma série de normas-padrão para testes de qualidade em criações de diversos inimigos naturais (Prezotti, 2002).

A escolha de pesticidas seletivos que controlem as pragas sem causar efeitos negativos sobre os organismos benéficos, é um fator decisivo, podendo limitar a utilização de *Trichogramma*. Testes padronizados de seletividade com base nas normas da IOBC (International Organization of Biological Control), já vêm sendo utilizados em diversos países. Na Alemanha, por exemplo, a eficiência das liberações deste parasitóide foi afetada pela aplicação de fungicidas e inseticidas, em pomares de maçã (Hassan et al., 1988).

Hassan (1989) avaliou, como método de seleção, o contato e parasitismo de 17 linhagens de *Trichogramma* para controle de *Cydia pomonella* L., *Adoxophyes orana* Fischer & Röslerstamm, *Pandemis heparana* Denis & Schiffermüller (Lep.: Tortricidae) tendo como hospedeiro padrão *S. cerealella*. Observou que uma linhagem de *T. dendrolimi*, proveniente da China, apresentou maior fecundidade nos quatro hospedeiros; entretanto, em experimentos de múltipla escolha, esta linhagem mostrou

igual preferência pelos hospedeiros. Verificou que uma linhagem de *T. embryophagum* (Harting) mostrou nítida preferência por *C. pomonella* e *A. orana*, quando comparada com *S. cerealella*, sendo estas duas linhagens consideradas as mais adequadas no controle destas pragas.

Hassan & Guo (1991) testaram a preferência hospedeira, em laboratório, utilizando os métodos de contato e parasitismo e teste de semicampo, de 20 espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* para o controle de *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lep.: Pyralidae), comparada ao hospedeiro de substituição *S. cerealella*. Observaram que *T. evanescens* (linhagem 10) e *T. ostriniae* (linhagem 62) apresentaram preferência e maior parasitismo pelos ovos da praga nos testes realizados, sendo consideradas as mais adequadas para o controle de *O. nubilalis*.

Wührer & Hassan (1993) avaliaram a preferência de 47 linhagens de *Trichogramma* e 2 linhagens de *Trichogrammatoidea* para o controle de *Plutella xylostella* L. (Lep.: Plutellidae) através do método de contato e parasitismo, comparado com o hospedeiro alternativo *S. cerealella*. Observaram que *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja, *T. chilonis* e *T. pinto* Voegelé apresentaram alta capacidade de parasitismo e preferência, enquanto que *T. ostriniae* e *T. cacoeciae* Marchal apresentaram baixa capacidade de parasitismo, mas forte preferência pelo ovo da praga, e *T. pretiosum* apresentou alta capacidade de parasitismo, mas baixa preferência pela praga, sendo estas seis selecionadas para testes de campo.

Li et al. (1994) testaram quatro espécies/linhagens de *Trichogramma* para o controle de *Rhopobota naevana* (Hübner) (Lep.: Tortricidae), praga de *Vaccinium macrocarpon*, isolando fêmeas de cada parasitóide, em placas de Petri contendo ovos do hospedeiro natural, e avaliando a aceitação do hospedeiro pelo número de ovos examinados e parasitados. A espécie nativa, *T. sibericum* Sorokina foi mais efetiva no controle de *R. naevana* do que as espécies comerciais de *T. evanescens* e *T. minutum* Riley; mesmo tendo o parasitismo decrescido quando criado por algumas gerações sobre o hospedeiro alternativo *Peridroma saucia* (Hübner) (Lep., Noctuidae), a linhagem de *T. sibericum* continuou sendo a mais adequada.

Prezotti et al. (1997) utilizando o método de contato e parasitismo avaliaram a preferência de *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e *T. pretiosum* por ovos do hospedeiro natural *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) e do alternativo *S. cerealella* e alguns parâmetros biológicos como: longevidade, emergência e razão sexual. Os resultados evidenciaram que *T. atopovirilia* foi a espécie mais adaptada ao hospedeiro natural já que, além de preferência por ovos de *S. frugiperda*, teve maior capacidade de parasitismo, com média de 26 ovos/fêmea e razão sexual de 0,82, quando comparado a *T. pretiosum* que parasitou em média, 12 ovos/fêmea e apresentou uma razão sexual de 0,41.

Zachrisson (1997) estudou duas linhagens de *T. pretiosum* provenientes de regiões climáticas diferentes (linhagens do Paraná e do Espírito Santo) sobre ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, baseando-se na avaliação da duração do período ovo-adulto, viabilidade, número de adultos emergidos por ovo, razão sexual, longevidade e parasitismo. Ovos de *A. kuehniella* foram utilizados para manutenção e multiplicação das linhagens. Fêmeas de cada linhagem foram individualizadas em tubos de vidro e para cada uma foram oferecidos ovos de *A. gemmatalis*. As duas linhagens estudadas tiveram desempenho semelhante, diferindo apenas com relação à longevidade, com a linhagem do Paraná vivendo 4,1 dias e a do Espírito Santo 8,6 dias, obtendo-se um número de 2,9 e 2,7 de indivíduos/ovo, respectivamente. Segundo o autor, esta seleção pode ter algumas imperfeições já que, além dos parâmetros biológicos avaliados em condições de laboratório, a capacidade de “busca”, a preferência hospedeira e a adaptação a condições climáticas, também devem ser consideradas quando se realiza seleção de linhagens.

Torres & Gerding (2000) avaliaram o potencial de cinco espécies de *Trichogramma* para o controle de *C. pomonella*, utilizando para os testes, fêmeas individualizadas de cada espécie. Avaliaram a preferência e capacidade de parasitismo de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. platneri* Nagarkatti, *Trichogramma* sp. “Cato” (denominação dada pelos autores) e *T. nerudai* Pintureau & Gerding, por ovos de *C. pomonella* e *A. kuehniella* (hospedeiro alternativo). No teste de preferência, *T. cacoeciae* e *Trichogramma* sp. “Cato” (coletado em ovos da praga) apresentaram preferência por

ovos de *C. pomonella* enquanto que *T. nerudai* e *T. cacoeciae* apresentaram maior fecundidade. Os autores indicaram *T. cacoeciae* e *Trichogramma* sp. “Cato” para o controle de *C. pomonella*.

Beserra (2000) avaliou o potencial de utilização de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* para o controle de *S. frugiperda* quanto a adequação, preferência, capacidade de parasitismo, tamanho das fêmeas (comprimento da tíbia posterior) e parasitismo em telado; a testemunha, para comparação, foi o parasitóide criado no hospedeiro alternativo *A. kuehniella*. O autor concluiu que tanto *T. pretiosum* como *T. atopovirilia* não diferiram em suas características biológicas quando criadas em ovos da praga, mesmo após serem criadas por várias gerações em ovos de *A. kuehniella*. Entretanto, *T. atopovirilia* apresentou maior capacidade de parasitismo em ovos da praga do que *T. pretiosum*. As duas espécies apresentaram diferenças quanto ao padrão de comportamento e, em geral, *T. atopovirilia* “gasta” mais tempo para examinar e parasitar o ovo de *S. frugiperda* em relação a *T. pretiosum*. A capacidade de parasitismo das espécies foi afetada pela presença de escamas sobre a postura de *S. frugiperda*. O autor relatou ainda que, em campo, as posturas de *S. frugiperda* não apresentaram um padrão característico, ocorrendo várias combinações de posturas com diferentes números de camadas e presença ou ausência de escamas, o que exige cautela na utilização de *Trichogramma* spp. para o controle de *S. frugiperda*, já que estas barreiras físicas são obstáculos ao parasitismo e que, portanto, podem diminuir a eficiência de *Trichogramma* spp. no controle da praga.

Pratissoli & Parra (2001) estudaram aspectos biológicos de seis linhagens de *T. pretiosum* sobre ovos das traças *T. absoluta* e *Phthorimaea operculella* (Zeller) com o objetivo de selecionar as linhagens com melhores características biológicas e mais agressivas no controle dessas traças. Para a manutenção e multiplicação das linhagens foram utilizados ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*. Neste estudo, as fêmeas foram individualizadas em tubos de vidro e para cada uma foram oferecidos ovos de cada hospedeiro, avaliando-se a duração do período ovo-adulto, porcentagem de emergência, razão sexual e porcentagem de parasitismo. Considerando-se as características biológicas desejáveis, ou seja, maior parasitismo, encurtamento do ciclo,

maior viabilidade e predominância de fêmeas, foram mais indicadas, para ambas as traças, as linhagens L1 e L4 de *T. pretiosum*.

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

Para que o controle biológico tenha condições de competir com o controle químico é essencial que sejam selecionados para liberações, parasitóides altamente eficientes, justificando-se assim os esforços para obtenção de linhagens cada vez mais agressivas (Hassan, 1994; 1997).

2.5 Ocorrência e eficiência de *Trichogramma* em frutíferas

Hassan (1997) citou alguns países que utilizam *Trichogramma* para controle de pragas em frutíferas e outras culturas perenes, tais como: Bulgária (uva, maçã, ameixa); França (uva, castanha); Alemanha (maçã), Honduras (banana); Irã (romã); Itália (uva); Malásia (cacau); Peru (laranja, maçã, azeitona) e África do Sul (citros). O autor relatou ainda a ocorrência de *Trichogramma* em maracujá, damasco e lichia.

Oatman et al. (1983) em levantamentos realizados na Califórnia, EUA com estágios imaturos de *Sabulodes aegrotata* (Guenée) (Lep.: Geometridae) e *Amorbia cuneana* Walsingham (Lep.: Tortricidae), pragas de abacate, identificaram a presença de inimigos naturais, relatando a ocorrência de *T. platneri* parasitando ovos das duas pragas. Oatman & Platner (1985) avaliaram a eficiência de controle dessas pragas por *T. platneri* e concluíram que o parasitóide foi eficiente quando foram feitas liberações de 50.000 parasitóides por planta e que pelo menos três liberações semanais foram

necessárias para o controle de *S. aegrotata*, enquanto que somente duas foram necessárias para *A. cuneana*. O parasitismo de *A. cuneana* variou de 51,8 a 70,8% e para *S. aegrotata* foi verificada a ocorrência de parasitismo natural de 15,7 a 69,1%, chegando a 80% após as liberações.

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

Krishnamoorthy & Singh (1986) registraram a ocorrência de *T. chilonis* parasitando ovos de *Papilio demoleus* L. e *P. polytes* L. (Lep.: Papilionidae), em viveiro e pomares de citros, na Índia. O parasitismo natural chegou a 75,9%.

Hassan et al. (1988) avaliaram a eficiência de parasitismo de quatro espécies/linhagens de *Trichogramma* (*T. embryophagum*, *T. dendrolimi*, *T. sp.* linhagem 45, *T. sp.* linhagem 48) em três pomares de macieiras, para o controle de *C. pomonella* e *A. orana*, com liberações inundativas de 9.000 a 12.000 parasitóides por planta. A eficiência foi avaliada através do monitoramento dos danos em frutos coletados e examinados. *T. dendrolimi* mostrou melhor desempenho em todos os tratamentos, com redução dos danos de *C. pomonella* em 61,4 e de *A. orana* em 72,8%, podendo-se fazer a recomendação de uso para o controle das referidas pragas.

Hohmann et al. (1989) registraram a ocorrência de *T. pretiosum* e *T. acacioi* Brun, Moraes & Soares parasitando ovos de *Dione juno juno* (Cramer) (Lep.: Nymphalidae) em maracujazeiro, no estado do Paraná.

Newton & Odendaal (1990) liberaram *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* Nagaraja semanalmente, visando controlar o tortricídeo, *Cryptophlebia leucotreta*

(Meyrick) (Lep.: Tortricidae), em cinco pomares comerciais de citros, em quantidades equivalentes a 2,3 e 3,8 milhões de parasitóides por ha em duas estações sucessivas. Foi observado que a população larval foi reduzida nas áreas com liberação em 54 e 60%, respectivamente, em cada estação; o percentual de dano na colheita também foi reduzido em 49,4 e 61,1%, respectivamente; os resultados foram similares àqueles obtidos com um produto que inibe a síntese de quitina da praga, sendo o custo de produção do parasitóide 30% inferior ao custo do controle com o regulador de crescimento.

Hohmann & Meneguim (1993) em levantamentos realizados no município de Arapongas, no Estado do Paraná, em pomares de abacate, revelaram níveis de parasitismo de ovos da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Walsingham)(Lep.: Oecophoridae) por tricogramatídeos, de até 40%, sendo os parasitóides identificados como *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis.

Glen & Hoffmann (1997) avaliaram o potencial de espécies nativas de *Trichogramma* para o controle de *Epiphyas postvittana* (Walker) (Lep.: Tortricidae) praga de videira na Austrália. De quatro espécies coletadas e testadas em laboratório, *T. carverae* Oatman & Platner foi a que apresentou melhores resultados, sendo selecionada para testes de campo. Liberações inundativas mostraram que 75% dos ovos da praga foram parasitados, sendo feitas 30 liberações de 70.000 parasitóides/ha, os quais foram criados em ovos de *S. cerealella*.

Zucchi & Monteiro (1997) citaram *E. aurantiana*, o bicho-furão-dos-citros, como um dos 18 hospedeiros de *T. pretiosum* no Brasil. Garcia (1998) testou *T. pretiosum*, para controle biológico de *E. aurantiana* e os resultados mostraram-se promissores. Nos testes feitos por este autor com ovos de bicho-furão para verificar o potencial de parasitismo, os resultados obtidos foram de 81% a 100%, sendo registrado pela primeira vez na literatura, a possibilidade do controle desta praga na fase de ovo. Este também verificou que a dispersão vertical de *T. pretiosum*, em pomares de citros utilizando ovos de *A. kuehniella* para o teste, chegou a quatro metros; a dispersão horizontal, também utilizando ovos de *A. kuehniella*, foi de 11m com uma área de dispersão de 140,5m², indicando serem necessários 71 pontos de liberação do parasitóide por hectare. O autor também registrou a ocorrência de um braconídeo (*Hymenochaonia* sp.), parasitóide

larval de *E. aurantiana*, o qual pode ser importante na manutenção do nível de equilíbrio desta praga.

McGregor et al. (1998) avaliaram o potencial de três espécies de *Trichogramma* (*T. minutum*, 2 linhagens de *T. pretiosum* e 5 linhagens de *T. sibericum*), para o controle de *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lep.: Tortricidae), praga primária de framboesa e mirtilo (“blueberry” ou arando) no Canadá. Testaram em laboratório a aceitação e adequação dos ovos da praga comparadas aos de *A. kuehniella*. Fêmeas de cada espécie foram individualizadas em placas de Petri contendo ovos dos dois hospedeiros e o parasitismo foi permitido por 24 horas. As espécies se desenvolveram bem nos ovos da praga porém, *T. minutum* se mostrou uma linhagem promissora para liberações por parasitar mais e dar uma emergência maior.

Basso et al. (1998) avaliaram a eficiência em experimentos de campo de *T. exiguum* e *T. pretiosum* para o controle de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) e *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lep.: Tortricidae), importantes pragas de videiras no Uruguai. Constataram que *T. exiguum* apresentou maior porcentagem de parasitismo em *B. cranaodes* do que *T. pretiosum*, mas exibiram eficiência similar para *A. sphaleropa*. Os autores observaram que os ovos das pragas se concentravam na parte superior das videiras, e que as maiores taxas de parasitismo de *T. exiguum* foram nesta parte da planta, levando os autores a concluir que *T. exiguum* pode ser uma espécie eficiente no controle dessas pragas.

A ocorrência de *T. acacioi* parasitando ovos de *Nipteria panacea* Thierry-Mieg, um geometrídeo desfolhador do abacateiro foi relatado por Pratisoli & Fornazier (1999) no Estado do Espírito Santo.

A eficiência de liberações de *T. platneri* criados comercialmente e utilizados para controle de *C. pomonella* foram avaliados por Mills et al. (2000) em um pomar de nozes e em dois pomares de peras, na Califórnia, EUA. As liberações reduziram os danos provocados pela praga em 60%. Os autores alertaram que os testes indicaram que liberações e distribuição uniforme dos parasitóides são fatores importantes, influenciando na eficiência da liberação.

Pinto et al. (2002) relataram a ocorrência de onze espécies de *Trichogramma*, incluindo uma espécie nova, parasitando ovos dos tortricídeos *C. pomonella*, *Grapholita molesta* (Busck) e *Platynota idaeusalis* (Walker) pragas de macieiras e videiras. As coletas foram feitas em 3 regiões da América do Norte, sendo que o sequenciamento da região ITS2 do rDNA foi utilizado para a identificação das espécies. As espécies encontradas foram: *T. minutum*, *T. platneri*, *T. deion* Pinto & Platner, *T. exiguum*, *T. aurosum* Sugonaev & Sorokina, *T. californicum* Nagaraja & Nagarkatti, *T. sibericum*, *T. alpha* Pinto, *T. cacoeciae* e *T. itsybitsi* Pinto & Stouthamer (nova espécie), observando-se maior porcentagem de ocorrência para as duas primeiras espécies.

Querino (2002) registrou a coleta de *T. pretiosum* em citros sobre ovos de Papilionidae, em Piracicaba-SP e em macieira sobre ovos de *B. cranaodes*, em Fraiburgo-SC e Vacaria-RS, e *T. bruni* Nagaraja em ovos de *B. cranaodes*, em Vacaria-RS.

3 MATERIAL E MÉTODOS

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

3.1 Criação de manutenção de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927)

Os ovos de *E. aurantiana* utilizados em todos os experimentos foram provenientes da criação do Laboratório de Biologia de Insetos, mantidos a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa (UR): $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, sendo os adultos obtidos a partir de dieta artificial como descrito por Garcia & Parra (1999). Após a emergência, os adultos eram transferidos para gaiolas de madeira de 25 x 25 x 25 cm, revestidas de tela de náilon, onde foram alimentados com solução de mel a 10%, fornecida por capilaridade, em rolos dentais mantidos em frascos plásticos. Uma das faces da gaiola, os frascos de alimentação e as laterais internas das gaiolas eram revestidos com polietileno transparente (plástico) o qual serviu como substrato de oviposição (Garcia, 1998); a partir da postura, os ovos foram recortados em grupos de 30 para serem utilizados nos experimentos, pois é inviável a sua remoção do plástico.

3.2 Criação e manutenção das linhagens de *Trichogramma*

As linhagens de *Trichogramma* foram criadas e multiplicadas em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), considerado o hospedeiro alternativo mais adequado para criação desses parasitóides (Gomes, 1997). Esse hospedeiro foi obtido de uma criação existente no Laboratório de Biologia de Insetos da ESALQ/USP, mantida em dieta à base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%), ou farinha de trigo integral (40%) e farinha de milho (60%), de acordo com a metodologia proposta por Parra (1997). Os ovos foram colados em pedaços de cartolina azul (8,0 x 2,0 cm) através de goma arábica diluída em água (50%) e submetidos a um processo de inviabilização pela exposição dos mesmos à luz germicida ultravioleta por um período de 45 minutos e a uma distância de 15 cm da fonte de luz (Stein & Parra, 1987b). Nas extremidades das cartelas foram anotados a data do parasitismo e o código de identificação da linhagem, possibilitando o controle das espécies de *Trichogramma* mantidas no Setor de Entomologia da ESALQ/USP.

Depois de inviabilizados, os ovos foram oferecidos aos adultos das linhagens de *Trichogramma*, em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro, alimentados com gotículas de mel depositadas na parede de cada tubo com o auxílio de um estilete; os tubos foram colocados em grades metálicas, e mantidos em câmara climatizada, regulada na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas para o desenvolvimento dos parasitóides (Figura 1).

Dentre as linhagens estudadas, as 10 linhagens de *T. pretiosum* Riley, 1879 (identificadas como G1, G2, G3, G4, G11, G18, L2, L3, L4 e Tp) foram coletadas em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em plantios de milho em Piracicaba, SP, as duas linhagens de *T. bruni* Nagaraja, 1983 (identificadas como Br1 e Br10) foram coletadas em ovos de *Heliconius erato phyllis* (Fabricius) em Piracicaba, SP e a de *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (identificada como Atp) foi fornecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Petrolina, PE.

Foram realizadas montagens de lâminas de machos em meio “Hoyers”, de todas as linhagens, para posterior identificação. Tais identificações foram efetuadas pela Dr^a.

Ranyse Barbosa Querino da Silva, do Laboratório de Taxonomia de Insetos da ESALQ/USP.

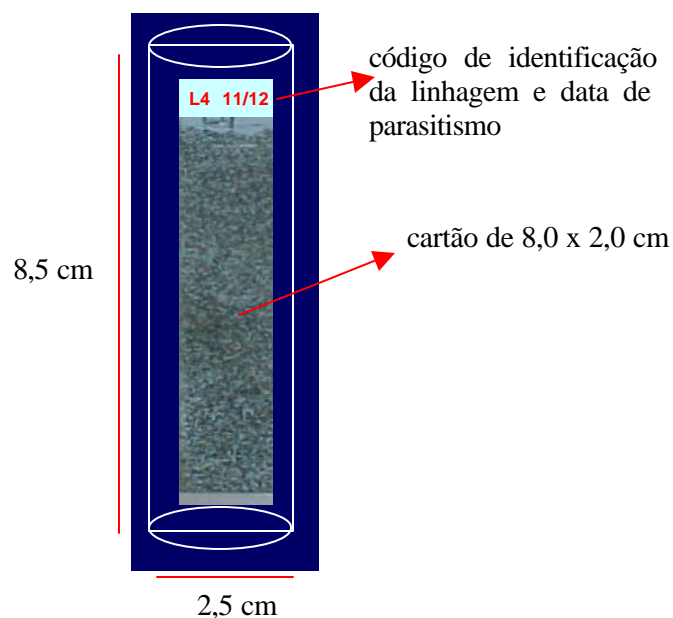


Figura 1 - Esquema do tubo de vidro utilizado para criação e manutenção das linhagens/espécies de *Trichogramma*, com a respectiva cartolina azul contendo ovos de *Anagasta kuehniella*, com o código de identificação da linhagem e data de parasitismo.

3.3 Seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma*

A seleção foi realizada a partir das espécies/linhagens de *Trichogramma* mantidas no Laboratório de Biologia de Insetos (item 3.2).

Para seleção das linhagens sobre ovos de *E. aurantiana* foram individualizadas fêmeas de cada linhagem, com 24 horas de idade. Estas foram colocadas em tubos de vidro (12 x 75 mm) tampados com filme plástico de PVC (Magipack®) e alimentadas com uma gotícula de mel puro. Foram oferecidos 30 ovos de *E. aurantiana* com 24

horas de desenvolvimento embrionário, para cada fêmea. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas dos tubos de vidro, e nestes foram colocados chumaços de algodão umedecidos com sulfato de cobre a 1% para evitar ressecamento e o crescimento de fungos nos ovos, sendo em seguida tampados com algodão hidrófilo (Figura 2). Cada linhagem (tratamento) foi representada por cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma parcela com cinco tubos.

Foram observados os seguintes parâmetros biológicos: número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo, porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo, longevidade de fêmeas e machos e razão sexual [dada pela fórmula: $rs = \text{fêmea}/(\text{fêmea} + \text{macho})$].

Para a avaliação do período ovo-adulto, observações foram feitas diariamente sempre no mesmo horário, a partir das 14 horas.

A avaliação da emergência dos parasitóides foi realizada sob microscópio estereoscópico, e a porcentagem estimada com base no número de ovos que apresentavam orifício de emergência em relação ao número total de ovos parasitados.

O número de adultos emergidos por ovo foi calculado por meio da divisão do número total de adultos pelo número total de orifícios observados em cada tubo contendo 30 ovos.

O sexo dos indivíduos foi determinado através do dimorfismo apresentado pelas antenas (Bowen & Stern, 1966), com auxílio de um microscópio estereoscópico.

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

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

Os parâmetros biológicos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), utilizando-se o programa SANEST (Sistema de Análise Estatística, desenvolvido pelo Centro de Informática na Agricultura - ESALQ/USP). Os dados da variável razão sexual foram transformados em $\log(x + 1)$.

3.4 Biologia das espécies/linhagens selecionadas de *Trichogramma* em ovos de *E. aurantiana*

3.4.1 Em diferentes temperaturas

As espécies foram selecionadas de acordo com os resultados dos parâmetros biológicos avaliados no item 3.3. Sendo assim, duas espécies foram selecionadas: a de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e a de *T. pretiosum* (linhagem G18).

Antes da instalação do experimento, as espécies foram mantidas, por uma geração, em ovos de *E. aurantiana*, a fim de se eliminar um provável condicionamento pré-imaginal pela criação no hospedeiro alternativo. Fêmeas de cada espécie selecionada, com 24 horas de idade, foram individualizadas em tubos de vidro (12 x 75 mm), oferecendo-se, para cada fêmea, 30 ovos de *E. aurantiana* com, no máximo, 24 horas de idade e como fonte de alimento, uma gotícula de mel puro. O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmaras climatizadas, reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Após este período, os parasitóides foram retirados dos tubos e nestes foram colocados algodão umedecido com sulfato de cobre a 1%, para evitar ressecamento e o crescimento de fungos nos ovos e transferidos para câmaras climatizadas reguladas com temperaturas selecionadas (18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C), com UR: $70 \pm 5\%$ e fotofase de 14 horas. Para cada uma das sete temperaturas foram estudadas cinco repetições de cada espécie (tratamento), sendo que cada repetição foi constituída por uma parcela com cinco tubos, sendo avaliados os seguintes parâmetros: duração do desenvolvimento (ovo-adulto), porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo, longevidade de fêmeas e machos e razão sexual.

Os parâmetros biológicos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), utilizando -se o programa SAS Institute (1999). Os dados de porcentagem de emergência foram transformados em $\sqrt{(x/100)}$ e os de longevidade de fêmeas e machos transformados em $\sqrt{(x+1)}$.

3.4.2 Determinação das exigências térmicas de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) sobre ovos de *E. aurantiana*

O limiar térmico inferior de desenvolvimento (temperatura base)(Tb) e a constante térmica (K), foram calculadas para *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18), pelo método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984; Haddad et al., 1999), baseando-se na duração do período ovo-adulto, obtido nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C utilizando-se o programa MOBAE (Modelos Estatísticos Aplicados à Entomologia) (Haddad et al., 1995).



Figura 2 - Tubo de vidro utilizado nos experimentos de seleção e biologia das linhagens/espécies de *Trichogramma*.

3.5 Capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18), provenientes de ovos de *E. aurantiana* e *A. kuehniella*

Avaliou-se a capacidade de parasitismo sobre ovos de bicho-furão, com fêmeas das duas espécies de *Trichogramma* provenientes de ovos de *E. aurantiana* e de ovos de *A. kuehniella*, em câmara climatizada regulada a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, com umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Foram individualizadas fêmeas de cada espécie provenientes de cada hospedeiro, em tubos de vidro (12 x 75 mm) tampados com filme plástico de PVC, alimentadas com mel puro. Cada linhagem/espécie (tratamento) foi representada por cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma parcela com cinco tubos. Trinta ovos foram oferecidos diariamente a cada fêmea e, após o período de 24 horas de parasitismo, os ovos foram transferidos para tubos de vidro com um chumaço de algodão umedecido com sulfato de cobre a 1% para evitar ressecamento e o crescimento de fungos nos ovos, sendo em seguida tampados com algodão hidrófilo. Foram avaliados o número de ovos parasitados diariamente, a porcentagem acumulada de parasitismo, o número total de ovos parasitados por fêmea, longevidade das fêmeas, porcentagem de emergência e número de adultos emergidos por ovo.

3.5.1 Efeito do tempo de exposição (horas) sobre o parasitismo de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos de *E. aurantiana* e *A. kuehniella*

Como o parasitismo foi baixo quando os ovos foram expostos por 24 horas às fêmeas (no teste de capacidade de parasitismo), avaliou-se o efeito do tempo de exposição sobre tal parasitismo, para as linhagens das duas espécies; foram avaliados os tratamentos: exposição de 5, 12, 24 e 48 horas, individualizando-se dez fêmeas de cada espécie, provenientes de ovos de *E. aurantiana* e de ovos de *A. kuehniella*. A metodologia foi a mesma utilizada para se avaliar a capacidade de parasitismo, observando-se número de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo.

Os parâmetros avaliados nos testes de capacidade de parasitismo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P 0,05). Os dados de porcentagem de parasitismo e emergência foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$ e os dados de longevidade de fêmeas foram transformados em $\sqrt{(x+1)}$. Para a avaliação da capacidade de parasitismo, com diferentes tempos de exposição, foi efetuada uma análise de regressão. Foi utilizado o programa SAS Institute (1999) para análise dos dois experimentos.

3.6 Determinação do número ideal de *T. pretiosum* (linhagem G18) a ser liberado por ovo de *E. aurantiana*

O número ideal de parasitóides por ovo de bicho-furão foi determinado por meio de liberações de números variáveis de *T. pretiosum* (linhagem G18), em relação a um número fixo de ovos de *E. aurantiana*. Os ovos foram obtidos dos substratos de postura da criação de bicho-furão do Laboratório de Biologia de Insetos (item 3.1) e foram expostos ao parasitismo no interior de gaiolas com armação de ferro de (40 x 40 x 120 cm), recobertas com tecido branco e fino (“voile”). No interior destas gaiolas, foi colocada uma muda de citros da variedade Valência, com cerca de dois anos de idade para a fixação dos ovos de *E. aurantiana*, que foram distribuídos pela planta em pedaços do substrato de postura, contendo de um a dois ovos, sendo recortados e fixados às plantas (em toda a sua extensão) com fita adesiva (Figura 3).

Foram utilizados 30 ovos de bicho-furão por planta, sendo liberados 48, 96, 192, 384, 768 e 1536 fêmeas de *T. pretiosum* ou seja, nas proporções de 1,6; 3,2; 6,4; 12,8; 25,6 e 51,2 parasitóides por ovo de *E. aurantiana*, num total de seis tratamentos, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Estes estudos foram conduzidos em telado, sem controle de temperatura, umidade e luz. O experimento foi efetuado em duas épocas, sendo a primeira instalada em 16/03/2002 e a segunda em 27/03/2002. Na primeira época, foram utilizadas quatro repetições, sendo acrescentado um tratamento extra sem a liberação dos parasitóides, o qual não foi incluído na análise estatística e

serviu como testemunha para verificar a eficiência de isolamento das gaiolas em impedir a passagem de parasitóides de uma gaiola para outra. Como não houve parasitismo nas testemunhas, na segunda época não foi incluído este tratamento e o número de repetições foi aumentado para cinco.

O parasitismo foi permitido por 24 horas, quando os ovos foram então recolhidos e mantidos em placas de Petri a 25°C até o seu escurecimento, para avaliação da porcentagem de parasitismo.

Os dados de porcentagem de parasitismo foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$ e submetidos à análise de variância conjunta dos experimentos e à análise de regressão, utilizando-se o programa SAS Institute (1999).

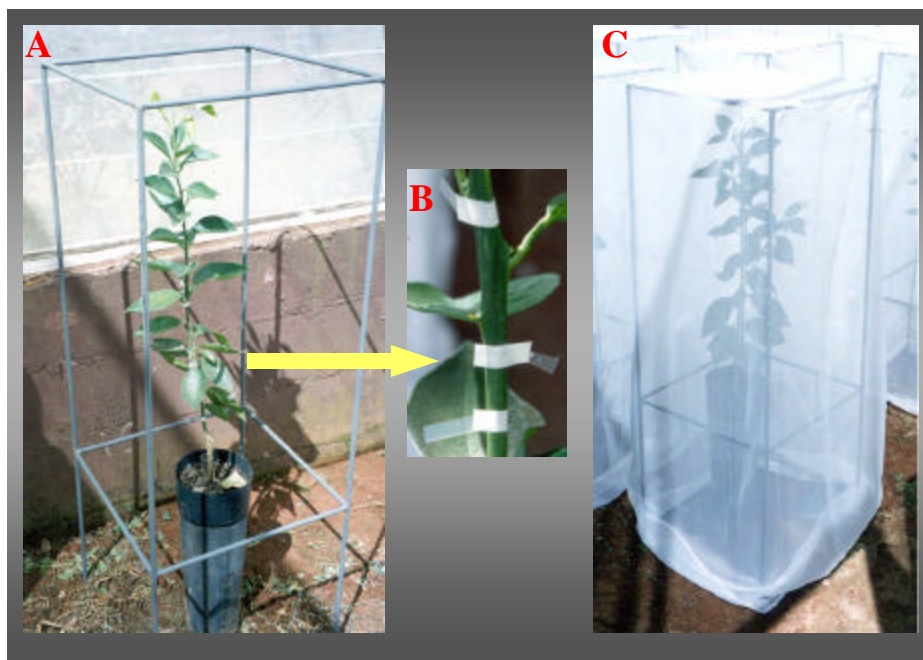


Figura 3 - Gaiola utilizada no experimento de telado para determinação do número ideal de *Trichogramma pretiosum* (linhagem G18) a ser liberado por ovo de *Ecdytolopha aurantiana*. **A.** Armação de ferro (40 x 40 x 120 cm); **B.** Detalhe dos ovos de *E. aurantiana* fixados com fita adesiva na planta; **C.** Tecido branco (“voile”) recobrendo a armação de ferro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma*

A duração do período ovo-adulto das treze linhagens/espécies de *Trichogramma* em ovos de *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927) variou de 10,2 a 11,9 dias. A menor duração foi observada na linhagem G1, a qual não diferiu significativamente das linhagens G18, L3, G11, G2, G3 e G4 (Tabela 1).

A linhagem Atp apresentou maior capacidade de parasitismo (número médio de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo), observando-se uma média de 23,3 ovos parasitados e 77,5% de parasitismo em 24 horas, diferindo significativamente das demais linhagens/espécies avaliadas (Tabela 1). A linhagem G18 apresentou o segundo maior valor para estas características, com média de 16,8 ovos parasitados e 56,1% de parasitismo, não diferindo das linhagens G1, G3, L3, L4 quanto ao número de ovos parasitados, e das linhagens G1, G3, L3, L4, Tp e G2, com relação à porcentagem de parasitismo (Tabela 1). Beserra (2000), em testes de seleção de linhagens avaliou 20 linhagens de *T. pretiosum* Riley, 1879 e observou que as linhagens Lsg18, Lsg11 e Lsg1 apresentaram maior capacidade de parasitismo que as demais, parasitando em média 33,2 ovos em 48 horas de parasitismo. Assim, diferenças no potencial de parasitismo entre linhagens e/ou espécies de *Trichogramma* têm sido relatadas em diversas pesquisas (Hassan, 1989; Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993; Li et al., 1994; Torres & Gerding, 2000). No entanto, comportamento semelhante nas taxas de parasitismo entre linhagens/espécies, também tem sido verificada em outros trabalhos, como o de Zachrisson (1997) e Pratisoli & Parra (2000). Consôli & Parra (1999)

detectaram, mesmo em ovos artificiais, a capacidade diferenciada de parasitismo entre linhagens de *T. pretiosum*. Tironi (1992) observou que *T. pretiosum* apresentou maior capacidade de parasitismo do que *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, quando criado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), enquanto que Prezotti et al. (1997) e Beserra (2000) observaram capacidade de parasitismo mais alta para *T. atopovirilia* do que *T. pretiosum* quando criados em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith).

As treze linhagens/espécies estudadas tiveram desempenho semelhante, quanto a emergência, longevidade de machos e razão sexual, não diferindo estatisticamente entre si (Tabelas 1 e 2). A porcentagem de emergência das linhagens/espécies de *Trichogramma* criados sobre ovos de *E. aurantiana* a 25°C, foi inferior àquela relatada por outros pesquisadores para estes parasitóides em diferentes hospedeiros, pois a literatura relata uma faixa de 68,7 a 100% (Calvin et al., 1984; Harrison, et al., 1985; Bleicher & Parra, 1989; Tironi, 1992; Resende, 1992; Cònsoli & Parra, 1996; Zachrisson, 1997; Inoue & Parra, 1998; Beserra, 2000; Pratissoli & Parra, 2000). A baixa porcentagem de emergência observada em todos os experimentos pode estar ligada à dificuldade de manutenção da umidade no interior dos tubos para evitar o ressecamento dos ovos de *E. aurantiana*. No entanto, segundo Garcia (1998), os ovos de *E. aurantiana* foram bastante resistentes à dessecação, havendo eclosão semelhante de lagartas a 50, 70 e 90% de umidade relativa; porém, foi observado que quando emergiu mais de um adulto por ovo, houve redução no tamanho dos adultos (observação visual) e dificuldade destes adultos para romperem o córion.

O número de adultos emergidos por ovo foi de 1,8 para as linhagens G11 e Br10, as quais diferiram significativamente da linhagem G3, que apresentou um número inferior de adultos (1,3) emergidos por ovo (Tabela 2). As demais linhagens não diferiram estatisticamente destas três mencionadas.

Para a longevidade de fêmeas foram encontrados valores distintos para as linhagens Tp e L2, ou seja, 6,3 e 9,3 dias, respectivamente, sendo que as demais linhagens não diferiram destes valores (Tabela 2). As longevidades das linhagens/espécies observadas foram superiores àquelas apresentadas por outros

pesquisadores em diferentes hospedeiros (Calvin et al., 1984; Harrison, et al., 1985; Bleicher & Parra, 1989; Parra et al., 1991; Sales Junior, 1992).

Tanto o hospedeiro no qual se desenvolve o parasitóide, quanto a sua origem, podem afetar a longevidade. Assim, Lewis et al. (1976) observaram que a longevidade de parasitóides criados em *A. kuehniella* foi de 19,9 dias, superior àquela de parasitóides provenientes de *Sitotroga cerealella* (Olivier), cuja longevidade foi de 4,5 dias. Pratissoli (1995) verificou que *T. pretiosum* proveniente de *Phthorimaea operculella* (Zeller) apresentou longevidade média de 16,5 dias, enquanto que parasitóides provenientes de *Tuta absoluta* (Meyrick) viveram em média 11,4 dias. Parra et al. (1991) obtiveram longevidade maior (5,8 dias) para *T. galloi* Zucchi emergido de ovos de *A. kuehniella*, em relação àqueles provenientes de *S. cerealella* (2,1 dias), na temperatura de 25°C. Parra et al. (1987) observaram maior longevidade de *T. pretiosum* criados em ovos de *A. kuehniella* do que em *S. cerealella*. Entretanto, Gomes (1997) verificou que *T. galloi* não sofreu efeito em função do hospedeiro de criação, não havendo diferenças entre *A. kuehniella*, *Corcyra cephalonica* (Stainton) e *S. cerealella*; *T. pretiosum* apresentou maior longevidade quando criado em ovos de *C. cephalonica*, em relação a *A. kuehniella* e *S. cerealella*. Porém, Stein & Parra (1987a) não encontraram diferenças na longevidade deste mesmo parasitóide em ovos de *A. kuehniella*, *S. cerealella* e *Plodia interpunctella* (Hübner). Segundo Gomes (1997), a longevidade é uma característica importante e que deve ser levada em consideração nos programas de controle biológico, pois parasitóides mais longevos, provavelmente terão maior eficiência em campo, sendo capazes de parasitar mais ovos da praga.

Vários autores têm encontrado diferenças na aceitação de diferentes hospedeiros para parasitismo (Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993; Prezotti, et al., 1997; Beserra, 2000; Torres & Gerding, 2000; Pratissoli & Parra, 2001). Segundo Hassan (1997), linhagens de diferentes agroecossistemas podem apresentar diferenças quanto ao seu potencial. A menor aceitação (parasitismo) de ovos de *E. aurantiana*, observada no presente trabalho, pode estar ligada ao fato de que os parasitóides não se desenvolveram em nenhuma geração no ovo da praga e também por este não ser o hospedeiro de origem de nenhuma delas; entretanto, aparentemente, estes dois fatores não impedem a obtenção

de uma linhagem eficiente para o controle do bicho-furão; baseando-se na presente pesquisa, recomenda-se a manutenção da linhagem/espécie de *Trichogramma* por gerações sucessivas em ovos de *E. aurantiana* visando a uma possível “adaptação” do parasitóide.

Houve dificuldades para se coletar espécies de *Trichogramma* em *Citrus*; entretanto, como os resultados encontrados por Garcia (1998) foram promissores no controle de *E. aurantiana* utilizando-se uma linhagem de *T. pretiosum* coletada em outra cultura, optou-se por avaliar as linhagens mantidas pelo Laboratório de Biologia de Insetos e seu potencial de controle do bicho-furão-dos-citros, *E. aurantiana*. Neste sentido, avaliaram-se, principalmente, o número de ovos parasitados e a porcentagem de parasitismo, desde que se pretende controlar a praga com liberações inundativas de *Trichogramma* (Controle Biológico Aplicado).

Baseando-se nos parâmetros biológicos avaliados, principalmente no número médio de ovos parasitados e na porcentagem de parasitismo, as linhagens/espécies Atp e G18 foram selecionadas para os estudos de biologia em ovos de *E. aurantiana*; a espécie *T. atopovirilia* (Atp), proveniente de Petrolina (PE) e a espécie *T. pretiosum* (G18) proveniente de Piracicaba, SP, coletadas, respectivamente em ovos de *T. absoluta* e *S. frugiperda*.

Tabela 1. Duração (dias) do período ovo-adulto, número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo e porcentagem de emergência de 13 linhagens/espécies de *Trichogramma* criadas em ovos de *Ecdytolopha aurantiana*. Período de parasitismo: 24 horas, temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Linhagem/ Espécie	Duração (ovo-adulto) (dias)	Número de ovos parasitados	Parasitismo (%) ¹	Emergência (%) ¹
Atp	11,4 ± 0,33 abc	23,3 ± 2,12 a	77,5 ± 4,09 a	30,9 ± 5,62 a
G18	10,4 ± 0,16 cd	16,8 ± 1,89 b	56,1 ± 6,55 b	42,1 ± 9,82 a
G1	10,2 ± 0,24 d	16,0 ± 1,22 bc	53,3 ± 8,32 b	35,7 ± 10,77 a
G3	10,9 ± 0,23 abcd	15,6 ± 1,89 bc	51,6 ± 12,77 b	42,0 ± 5,14 a
L3	10,7 ± 0,29 bcd	13,2 ± 3,83 bcd	43,5 ± 9,27 bc	39,6 ± 6,50 a
L4	11,5 ± 0,11 ab	12,8 ± 1,33 bcd	42,3 ± 4,46 bc	42,6 ± 5,93 a
Tp	11,9 ± 1,41 a	11,8 ± 2,78 cde	39,3 ± 6,30 bcd	37,6 ± 8,77 a
G2	10,9 ± 0,21 abcd	11,2 ± 1,23 cde	38,0 ± 6,31 bcd	40,6 ± 10,46 a
G11	10,8 ± 0,32 abcd	9,0 ± 2,21 def	30,4 ± 7,08 cde	40,6 ± 4,91 a
Br1	11,7 ± 0,32 ab	8,4 ± 2,49 def	27,7 ± 4,12 def	36,9 ± 11,35 a
G4	10,9 ± 0,41 abcd	7,2 ± 1,96 ef	23,9 ± 3,41 def	37,9 ± 15,72 a
Br10	11,6 ± 0,11 ab	6,2 ± 3,50 f	20,8 ± 7,36 ef	36,2 ± 10,00 a
L2	11,4 ± 0,51 abc	5,0 ± 1,02 f	16,0 ± 11,68 f	38,9 ± 9,12 a

Atp = *T. atopovirilia*; G, T, L = linhagens de *T. pretiosum*; Br1 e Br10 = linhagens de *T. bruni*.

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

¹ Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$.

Tabela 2. Número de adultos emergidos por ovo, longevidade (dias) de fêmeas e machos e razão sexual de 13 linhagens/espécies de *Trichogramma* criadas em ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*. Período de parasitismo: 24 horas, temperatura: 25 ± 2°C, UR: 70 ± 10% e fotofase: 14 horas.

Linhagem/ Espécie	Número de adultos por ovo	Longevidade de fêmeas (dias)	Longevidade de machos (dias)	Razão sexual ¹
Atp	1,5 ± 0,08 ab	7,0 ± 0,28 ab	6,5 ± 0,58 a	0,8 ± 0,04 a
G18	1,4 ± 0,11 ab	7,9 ± 0,36 ab	5,6 ± 1,02 a	0,8 ± 0,05 a
G1	1,4 ± 0,10 ab	6,5 ± 1,35 ab	6,0 ± 0,76 a	0,8 ± 0,05 a
G3	1,3 ± 0,20 b	8,9 ± 1,02 ab	6,4 ± 0,66 a	0,7 ± 0,14 a
L3	1,4 ± 0,11 ab	8,5 ± 1,98 ab	6,1 ± 1,20 a	0,8 ± 0,04 a
L4	1,6 ± 0,20 ab	8,4 ± 1,15 ab	6,2 ± 0,62 a	0,7 ± 0,10 a
Tp	1,7 ± 0,08 ab	6,3 ± 1,24 b	6,5 ± 0,56 a	0,8 ± 0,10 a
G2	1,4 ± 0,45 ab	8,6 ± 1,71 ab	6,5 ± 0,72 a	0,7 ± 0,11 a
G11	1,8 ± 0,15 a	7,1 ± 0,85 ab	6,8 ± 0,37 a	0,6 ± 0,08 a
Br1	1,4 ± 0,19 ab	6,9 ± 1,39 ab	6,0 ± 1,60 a	0,8 ± 0,05 a
G4	1,6 ± 0,24 ab	8,4 ± 2,37 ab	5,6 ± 0,47 a	0,8 ± 0,07 a
Br10	1,8 ± 0,32 a	6,7 ± 1,50 ab	6,0 ± 1,73 a	0,8 ± 0,05 a
L2	1,7 ± 0,38 ab	9,3 ± 0,80 a	5,6 ± 1,06 a	0,6 ± 0,46 a

Atp = *T. atopovirilia*; G, T, L = linhagens de *T. pretiosum*; Br1 e Br10 = linhagens de *T. bruni*.

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

¹ Dados transformados em log (x+1).

4.2 Biologia das espécies/linhagens selecionadas de *Trichogramma* em ovos de *E. aurantiana*

4.2.1 Em diferentes temperaturas

Houve efeito significativo da interação linhagem x temperatura para a porcentagem de emergência, longevidade de fêmeas e machos e duração do período ovo-adulto, indicando resposta diferenciada nestas características, entre as espécies selecionadas, quando submetidas às diferentes temperaturas. Para a linhagem Atp (*T. atopovirilia*), a porcentagem de emergência foi maior na faixa entre 22 a 32°C, variando de 47,3 a 58,9%, observando-se diferenças significativas apenas entre as temperaturas de 18 e 20°C, quando comparadas com 30°C (Tabela 3). Para a linhagem G18 (*T. pretiosum*), os maiores valores de porcentagem de emergência foram observados nas temperaturas de 22 e 25°C, sendo de 50,8 e 55,9%, respectivamente, as quais diferiram significativamente apenas dos valores observados a 18 e 32°C. Também foi observada uma redução significativa na porcentagem de emergência da linhagem G18, em relação a Atp, nas temperaturas de 18, 30 e 32°C.

Com relação ao número de adultos emergidos por ovo e razão sexual das espécies selecionadas, não houve efeito significativo da interação linhagem x temperatura e nem do efeito geral (na média das duas linhagens) da temperatura, observando-se apenas diferença significativa entre as duas linhagens (na média das sete temperaturas) para a razão sexual (Tabela 3). Calvin et al. (1984) também não observaram efeito da temperatura sobre a razão sexual de *T. pretiosum*. O mesmo foi observado por Bleicher & Parra (1989) em três populações de *Trichogramma* onde a razão sexual não foi afetada na faixa de 18 a 32°C. Russo & Voegelé (1982) constataram que duas espécies de *Trichogramma* das quatro estudadas, apresentaram menor número de fêmeas nas temperaturas extremas (13 e 30°C). Butler Junior & Lopez (1980) estudando três populações de *T. pretiosum*, verificaram que para uma delas havia maior ocorrência de fêmeas nas temperaturas elevadas. Sales Junior (1992) observou redução no número de fêmeas a 32°C, para *T. galloi*. Pratisoli & Parra (2000) observaram que *T.*

pretiosum, quando criado em ovos de *P. operculella*, teve sua razão sexual afetada pela temperatura, havendo diferenças entre os valores obtidos entre 25 e 18°C, enquanto que em ovos de *T. absoluta* não se observou interferência da temperatura na razão sexual. Outros pesquisadores (Estevam et al., 1987; Ventura & Parra, 1994; Parra et al., 1991; Tironi, 1992; Resende, 1992; Zachrisson, 1997) confirmaram que a temperatura não afetou a razão sexual de *T. pretiosum*, *T. galloi*, *T. distinctum* Zucchi e *T. atopovirilia* em diferentes hospedeiros.

Segundo Bowen & Stern (1966) a temperatura interfere na razão sexual de *Trichogramma*, podendo-se obter maior quantidade de machos em temperaturas superiores a 30°C, porém os resultados de alguns trabalhos citados divergem desta afirmativa. Segundo Vinson (1997), a qualidade do hospedeiro é considerada o principal fator que influencia a razão sexual. Esta influência pode ser de duas formas distintas: uma seria reconhecer hospedeiros de diferentes qualidades e colocar ovos (machos ou fêmeas); a outra seria ovipositar deixando que a razão sexual seja determinada pela progênie em desenvolvimento, em resposta à qualidade do hospedeiro, sendo depositados tanto os ovos de machos quanto de fêmeas, e um dos sexos sobreviverá através da competição. Entretanto, segundo Werren (1997) *Wolbachia* também tem um papel determinante na reprodução, incluindo indução de incompatibilidade reprodutiva, partenogênese e feminização em *Trichogramma*.

Aparentemente, espécies diferentes, ou de locais diferentes, têm longevidade diferente, em função da variação térmica e alimentação (Bleicher & Parra, 1989). Esta reação diferenciada ficou evidenciada nas espécies estudadas, pois a longevidade das fêmeas de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) foi maior nas temperaturas de 20, 22 e 25°C, com valores de 8,7, 12,6 e 9,9 dias, respectivamente. A longevidade dos machos foi maior nas temperaturas de 22 e 25°C, sendo de 8,0 e 9,0 dias, respectivamente. *T. pretiosum* (linhagem G18) apresentou maior longevidade para fêmeas e machos a 22 e 25°C, com 9,5 e 9,1 dias para fêmeas e 6,8 e 8,3 dias para machos, respectivamente, havendo diferenças entre espécies nas temperaturas de 20, 22, 30 e 32°C para longevidade de fêmeas e apenas a 18°C para machos (Tabela 3). Segundo Parra et al. (1991), em geral, observa-se maior longevidade na faixa de 20 a 22°C, devido à redução

na atividade metabólica do inseto. A diminuição destes processos abaixo de certo limite teria efeitos negativos, o que pode explicar a diminuição na longevidade a 18°C observada por Bleicher & Parra (1989) para *T. pretiosum* e também no presente trabalho para a longevidade de fêmeas e machos (Tabela 3). Este fenômeno também foi observado por Parra et al. (1991), Resende (1992) e Sales Junior, (1992) quando trabalharam com temperaturas na faixa de 18 a 32°C. Russo & Voegelé (1982) observaram, em estudos feitos entre 11 e 34°C, que baixas e altas temperaturas tiveram efeito negativo na longevidade de *T. nubilale* Ertle & Davis, *T. maidis* Pintureau & Voegelé, *T. rhenana* Voegelé & Russo e *T. schubertii* Voegelé & Russo.

A duração média do desenvolvimento biológico (ovo-adulto) de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e de *T. pretiosum* (linhagem G18) sobre ovos de *E. aurantiana*, foi afetada pela temperatura, ocorrendo um aumento da velocidade de desenvolvimento com a elevação térmica, nas condições estudadas (Tabela 3). Vários autores constataram a influência da temperatura sobre a velocidade de desenvolvimento deste parasitóide (Butler Junior & Lopez, 1980; Yu et al., 1984a; Bleicher & Parra, 1990; Sales Junior, 1992; Tironi, 1992; Zachrisson, 1997; Pratissoli & Parra, 2000). Embora, numericamente, tenha ocorrido uma tendência de aumento da duração da linhagem Atp (*T. atopovirilia*) em relação à linhagem G18 (*T. pretiosum*), houve diferenças estatísticas entre as duas espécies apenas nas temperaturas de 18 e 20°C. Os valores obtidos na presente pesquisa para a duração do ciclo dessas espécies assemelham-se àqueles apresentados por Bleicher & Parra (1989) para *T. pretiosum*, provenientes de Goiânia, sobre ovos de *A. kuehniella*, e aos de Zachrisson (1997), para *T. pretiosum*, provenientes do Paraná sobre ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, na mesma faixa de temperatura.

A temperatura que se mostrou mais adequada no estudo de biologia para as duas espécies, *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*, foi a de 25°C, para as variáveis biológicas emergência e longevidade de fêmeas e machos.

Tabela 3. Porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo, razão sexual, longevidade de fêmeas e machos e duração do ciclo (ovo-adulto) de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e de *T. pretiosum* (linhagem G18), em diferentes temperaturas, criados em ovos de *Ecdytolopha aurantiana*. Período de parasitismo: 24 horas, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Característica	LINHAGEM	TEMPERATURA (°C)								Média
		18	20	22	25	28	30	32		
Emergência (%) ¹	Atp	42,5 ± 8,6 b A	40,9 ± 5,3 b A	47,3 ± 8,5 ab A	54,3 ± 9,9 ab A	51,0 ± 5,6 ab A	58,9 ± 6,0 a A	53,9 ± 5,6 ab A	49,8	
	G18	30,5 ± 8,6 b B	41,9 ± 5,3 ab A	50,8 ± 8,5 a A	55,9 ± 9,9 a A	43,2 ± 5,6 ab A	43,0 ± 6,0 ab B	39,3 ± 5,6 b B	43,6	
	Média	36,5	41,4	49,0	55,1	47,1	51,0	46,7		
Nº de adultos por ovo	Atp	1,5 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,5 ± 0,3	1,5 ± 0,0	1,5 ± 0,1	1,5 A	
	G18	1,7 ± 0,3	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,4	1,5 ± 0,2	1,6 A	
	Média	1,6 a	1,4 a	1,5 a	1,6 a	1,5 a	1,6 a	1,5 a		
Razão sexual	Atp	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,9	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,7 A	
	G18	0,6 ± 0,2	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,0	0,6 B	
	Média	0,7 a	0,5 a	0,6 a	0,6 a	0,7 a	0,6 a	0,7 a		
Longevidade fêmeas (dias) ²	Atp	5,3 ± 1,4 c A	8,7 ± 1,2 b A	12,6 ± 1,2 a A	9,9 ± 1,2 a b A	5,6 ± 1,0 c A	4,2 ± 1,2 c B	5,6 ± 1,2 c A	7,4	
	G18	5,9 ± 1,0 b A	6,4 ± 1,3 b B	9,5 ± 1,4 a B	9,1 ± 1,2 a A	6,3 ± 1,0 c A	5,8 ± 0,9 b A	4,2 ± 0,4 b B	6,7	
	Média	5,5	7,5	11,0	9,5	5,9	5,0	4,9		
Longevidade machos (dias) ²	Atp	2,8 ± 0,4 c B	5,0 ± 0,7 b A	8,0 ± 1,0 a A	9,0 ± 2,1 a A	4,1 ± 0,9 bc A	5,2 ± 0,7 b A	4,0 ± 0,8 bc A	5,4	
	G18	4,2 ± 0,7 b A	6,2 ± 0,6 ab A	6,8 ± 1,6 a A	8,3 ± 1,3 a A	4,4 ± 0,7 b A	5,2 ± 1,5 b A	4,8 ± 1,0 b A	5,7	
	Média	3,5	5,6	7,4	8,7	4,3	5,2	4,4		
Duração do ciclo (dias)	Atp	23,6 ± 1,6 a A	16,1 ± 1,6 b A	15,4 ± 0,4 b A	8,7 ± 1,4 c A	7,1 ± 0,4 c A	6,3 ± 0,2 d A	6,2 ± 0,2 d A	11,9	
	G18	21,0 ± 2,0 a B	14,9 ± 0,8 b B	14,6 ± 0,3 b A	7,9 ± 0,7 c A	7,0 ± 0,0 c A	6,1 ± 0,1 d A	6,0 ± 0,2 d A	11,1	
	Média	22,3	15,5	15,0	8,3	7,0	6,2	6,1		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

¹ Dados transformados em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$; ² Dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$.

4.2.2 Determinação das exigências térmicas de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) sobre ovos de *E. aurantiana*

Baseando-se na velocidade de desenvolvimento nas diferentes temperaturas (18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C), para o período de ovo-adulto do parasitóide, pôde-se determinar o limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) e a constante térmica (K), das espécies selecionadas, em ovos de *E. aurantiana*. Assim, foram constatados os respectivos valores de 13,5°C e 107,5 GD (graus dias) para a linhagem Atp e 12,9°C e 107,8 GD para a linhagem G18 (Tabela 4 e Figuras 4 e 5), com altos coeficientes de determinação (R^2) (96,7 e 95,9, respectivamente), que atestam a confiabilidade dos resultados alcançados (Tabela 4).

A velocidade de desenvolvimento, em função da temperatura, ajustou-se ao modelo linear para as duas linhagens (Figuras 4 e 5).

Comparando-se os valores de Tb e K, obtidos na presente pesquisa (Tabela 4), com os apresentados por outros autores para diferentes linhagens/espécies de *Trichogramma* (Tabela 5) constatou-se que as temperaturas bases obtidas para as duas linhagens/espécies de *Trichogramma* nesta pesquisa foram ligeiramente superiores aos resultados apresentados por Yu et al.(1984a); Estevam et al.(1987); Tironi(1992) e semelhantes aos encontrados por Bleicher & Parra (1990); Ventura & Parra (1994) e Pratisoli & Parra (2000).

A constante térmica (K) determinada para *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* (Tabela 4) foi inferior aos apresentados por outros autores (Tabela 5), sendo próxima àquela encontrada por Estevam et al. (1987) para *T. pretiosum*. As variações entre valores de temperatura base e constante térmica observados na presente pesquisa e aqueles registrados por outros autores (Butler Junior & Lopez, 1980; Yu et al., 1984a; Sales Junior, 1992; Bleicher & Parra, 1989; Pratisoli & Parra, 2000), indicam a influência da espécie/linhagem e do hospedeiro sobre a biologia desses parasitóides.

As determinações das exigências térmicas de *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* sobre ovos de *E. aurantiana* poderão auxiliar na produção massal do parasitóide para controle

dessa importante praga, bem como estimar o número de gerações do parasitóide para programas de liberação inundativa em regiões ecologicamente distintas.

Tabela 4. Limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) do período ovo-adulto de duas espécies de *Trichogramma*, criadas em ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*, em condições de laboratório. UR: 70 ± 10% e fotofase: 14 horas.

Espécie	Tb (°C)	K (GD)	Equação de regressão	R² (%)
<i>T. atopovirilia</i>	13,5	107,5	Y= -0,125569 + 0,009297 x	96,7
<i>T. pretiosum</i>	12,9	107,8	Y= -0,120112 + 0,009280 x	95,9

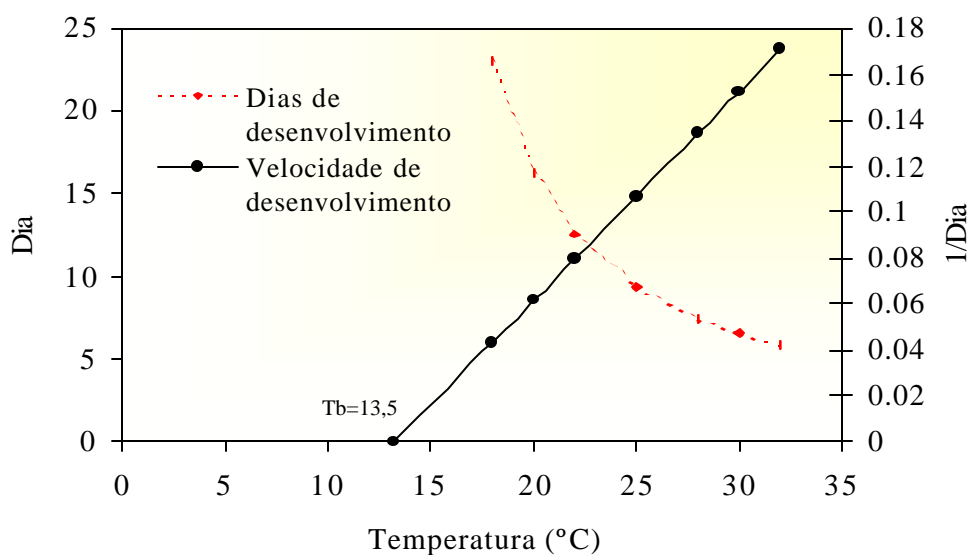


Figura 4 - Curva de velocidade de desenvolvimento de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp), criado em ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*, em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

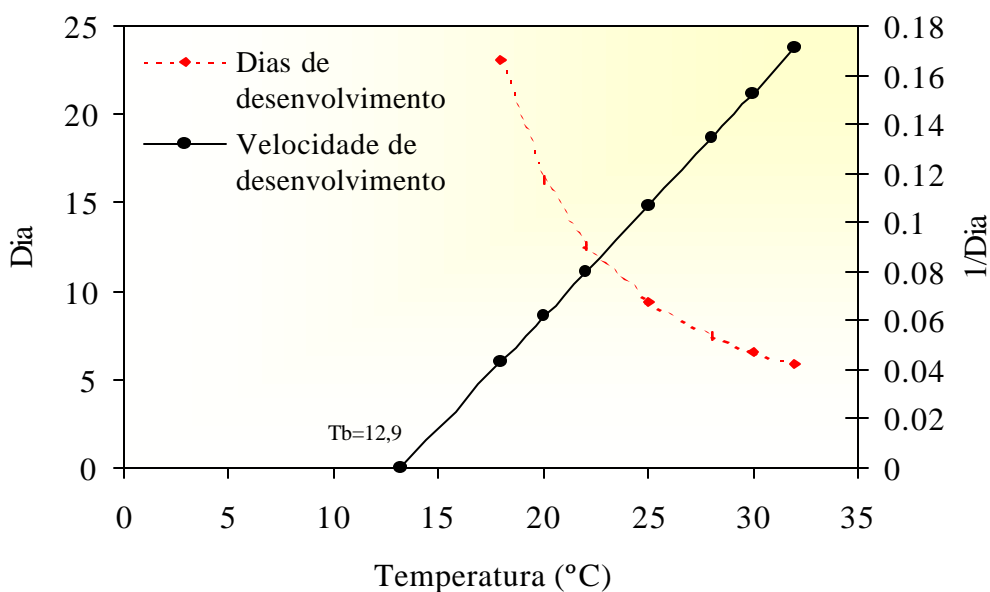


Figura 5 - Curva de velocidade de desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* (linhagem G18), criado em ovos de *Ecdytoplopha aurantiana*, em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas

Tabela 5. Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) de várias linhagens/espécies de *Trichogramma*, em diferentes hospedeiros, considerando-se diversos autores.

Espécies/Linhagens	Hospedeiro	Tb (°C)	K (graus dias)	R ² (%)	Autores
<i>T. pretiosum</i>	<i>Sitotroga cerealella</i>	12,2	128,7	99,6	Butler Junior & Lopez (1980)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Trichoplusia ni</i>	11,3	131,5	99,6	Butler Junior & Lopez (1980)
<i>T. minutum</i>	<i>Cydia pomonella</i>	10,0	130,7	98,2	Yu et al. (1984)a
<i>T. minutum</i>	<i>Anagasta kuehniella</i>	10,3	128,5	97,8	Yu et al. (1984)a
<i>T. pretiosum</i>	<i>Heliothis virescens</i>	11,0	140,2	-	Estevam et al. (1987)
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. kuehniella</i>	13,6	108,8	-	Estevam et al. (1987)
<i>T. pretiosum</i> (população, Iguatu)	<i>A. kuehniella</i>	12,8	133,2	96,3	Bleicher & Parra (1990)
<i>T. sp.</i> (população, Piracicaba)	<i>A. kuehniella</i>	14,0	123,2	99,4	Bleicher & Parra (1990)
<i>T. pretiosum</i> (população, Goiânia)	<i>A. kuehniella</i>	12,0	131,9	97,9	Bleicher & Parra (1990)
<i>T. atopovirilia</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	11,4	130,7	95,2	Resende (1992)
<i>T. atopovirilia</i>	<i>A. kuehniella</i>	9,4	170,2	98,8	Tironi (1992)
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. kuehniella</i>	9,6	154,8	99,5	Tironi (1992)
<i>T. galloi</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>	12,6	148,0	99,0	Sales Junior (1992)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>	13,5	121,0	-	Ventura & Parra (1994)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Tuta absoluta</i>	13,0	131,0	-	Ventura & Parra (1994)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	12,1	133,0	97,0	Zachrisson (1997)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Plutella xylostella</i>	12,3	126,3	-	Barros et al. (1998)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Tuta absoluta</i>	13,0	131,3	98,6	Pratissoli & Parra (2000)
<i>T. pretiosum</i>	<i>P. operculella</i>	13,5	120,9	99,0	Pratissoli & Parra (2000)

4.3 Capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18), provenientes de ovos de *E. aurantiana* e *A. kuehniella*

A capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18), a 28°C, provenientes de *E. aurantiana* foi de 105,8 e 105,2 e quando criado em *A. kuehniella*, de 109,8 e 103,6, respectivamente (Tabela 6). Embora a linhagem Atp, quando criada em ovos de *A. kuehniella*, tenha apresentado valor numericamente maior, não houve diferença estatística com relação a G18. Estes resultados estão dentro da faixa relatada por Parra & Zucchi (1986), de 70 a 120 ovos parasitados por fêmea.

Resultado semelhante aos obtidos nesta pesquisa foi encontrado por Bleicher (1985) para *T. pretiosum* coletado em Iguatu, CE, em ovos de *A. kuehniella*, com uma capacidade de parasitismo de 102,3 ovos/fêmea, entretanto, para *T. pretiosum* coletado em Goiânia e *Trichogramma* sp. coletado em Piracicaba, o autor obteve uma média inferior aos verificados nesta pesquisa, ou seja, de 95,5 e 75,6 ovos/fêmea, respectivamente. Embora tenha sido observado que a capacidade de parasitismo das espécies (*T. atopovirilia* e *T. pretiosum*) não tenha sido afetada pela origem, espécie e local de coleta dos parasitóides, a literatura relata 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 (Bleicher, 1985; Parra & Zucchi, 1986; Bigler et al., 1987; Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993). Tironi (1992) constatou diferenças entre espécies, observando maior capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* (141,6 ovos/fêmea) em relação a *T. atopovirilia* (57,1 ovos/fêmea) quando criados em ovos de *A. kuehniella*. Gomes (1997) observou maior capacidade de parasitismo de cinco linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* (56,1 ovos/fêmea) e *C. cephalonica* (55,9 ovos/fêmea), em relação a *S. cerealella* (32,5 ovos/fêmea).

Como na presente pesquisa a capacidade de parasitismo foi avaliada apenas a 28°C, não foi possível concluir se a temperatura interferiu na fecundidade do parasitóide,

pois a literatura relata a forte influência deste fator sobre a fecundidade de *Trichogramma* (Lopes, 1988; Tironi, 1992; Sales Junior, 1992; Zachrisson, 1997).

Com relação à porcentagem acumulada de parasitismo, verificou-se que as fêmeas das duas espécies de *Trichogramma* provenientes de ovos de *E. aurantiana* foram as que parasitaram maior número de ovos em menor espaço de tempo. Neste caso, aos cinco dias já tinham sido parasitados mais de 80% do total de ovos. Para as fêmeas provenientes de *A. kuehniella* este valor só foi ultrapassado no sétimo dia, (Tabela 6 e Figuras 6 e 7). Bleicher (1985) obteve ritmo de parasitismo distinto para diferentes populações de *T. pretiosum*, criadas em ovos de *A. kuehniella*, pois enquanto a população de Iguatu (CE) parasitou 62,85% dos ovos em sete dias, neste mesmo período a população de Goiânia parasitou 85,34%. Entretanto, Cônsoli & Parra (1996) obtiveram um ritmo de parasitismo semelhante para uma linhagem de *T. pretiosum* independente do hospedeiro no qual foi criada (*A. kuehniella* ou *Heliothis virescens* Fabricius), com 80% do parasitismo ocorrendo por volta do décimo dia. Sá & Parra (1994), também verificaram ritmo de parasitismo semelhante para linhagens distintas de *T. pretiosum*, que parasitaram mais de 70% dos ovos de *A. kuehniella* em quatro dias de parasitismo.

A porcentagem média do parasitismo total não diferiu entre linhagens, mas diferiu quanto a origem das mesmas, sendo observado 51,9% para fêmeas de *Trichogramma* provenientes de ovos de *E. aurantiana* e 44,1% para as provenientes de ovos de *A. kuehniella* (Tabela 7). Isto demonstra que o comportamento de aceitação do hospedeiro ou preferência, pode ser atribuída à experiência da fêmea adquirida durante o desenvolvimento larval (condicionamento pré-imaginal) (Cobert, 1985; Kaiser et al., 1989) ou pelo aprendizado associativo ou α -condicionamento, pelo qual as fêmeas associam estímulos novos (adquiridos) aos inatos podendo adaptar o seu comportamento ao ambiente que elas conviveram quando adultas ou jovens (Kaiser et al., 1989; Vinson, 1998; Nurindah et al., 1999).

Quanto a emergência, houve diferença estatística entre espécies somente quando provenientes de ovos de *A. kuehniella* com 60,0 e 49,6% para a linhagem Atp e G18, respectivamente (Tabela 7). Comparando-se as duas linhagens com relação às duas

origens, ambas apresentaram emergência significativamente superior quando provenientes de ovos de *A. kuehniella*.

O número de adultos emergidos por ovo diferiu apenas quanto a origem dos parasitóides, sendo de 1,32 quando provenientes de ovos de *E. aurantiana* e 1,20 de *A. kuehniella* (Tabela 7).

O número de parasitóides por ovo é variável em função do volume do ovo do hospedeiro. Segundo Vinson (1997) o tamanho do hospedeiro não influencia apenas no número de ovos depositados, mas também no tamanho do adulto de *Trichogramma*, que depende dos recursos disponíveis para o desenvolvimento da larva; a fecundidade é proporcional ao tamanho da fêmea. Assim, há um número ideal de ovos para determinado tamanho de hospedeiro. Segundo Barret & Schmidt (1991) ovos pequenos como os de *S. cerealella*, contêm energia para o desenvolvimento de apenas um *Trichogramma*, ainda que possa ocorrer o desenvolvimento de dois, resultando em adultos menores. E que ao contrário, hospedeiros grandes, como *Manduca sexta* (L.), podem suportar o desenvolvimento de dez a 12 indivíduos sem redução do tamanho dos adultos.

Em torno de 50% das fêmeas de *T. atopovirilia* morreram no nono e décimo dia quando provenientes de ovos de *E. aurantiana* e de *A. kuehniella*, respectivamente (Tabela 8). Para *T. pretiosum* isto ocorreu no sétimo e nono dias, respectivamente quando originários de ovos de *E. aurantiana* e *A. kuehniella*. Embora tenha sido verificada uma maior longevidade para fêmeas provenientes de *A. kuehniella* (9,3 dias) do que de *E. aurantiana* (7,8 dias) (Tabela 8), o número total de ovos parasitados pelas fêmeas não diferiu estatisticamente entre as origens e nem entre as espécies (Tabelas 6), indicando que as duas espécies poderão ser testadas em campo para controle do bicho-furão-dos-citros.

Tabela 6. Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos de *Ecdytolopha aurantiana* e de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

DIA	<i>E. aurantiana</i>				<i>A. kuehniella</i>			
	Parasitismo médio diário (ovos/fêmea)		Parasitismo acumulado (%)		Parasitismo médio diário (ovos/fêmea)		parasitismo acumulado (%)	
	Atp	G18	Atp	G18	Atp	G18	Atp	G18
1	21,5 ± 8,59	25,4 ± 2,64	20,3	24,1	23,12 ± 2,40	16,76 ± 4,06	21,0	16,2
2	19,0 ± 5,89	18,1 ± 7,11	38,4	41,4	16,68 ± 3,98	15,48 ± 4,15	36,2	31,1
3	18,5 ± 7,56	17,5 ± 8,39	55,9	58,0	16,12 ± 6,59	13,68 ± 5,04	50,9	44,3
4	14,4 ± 8,50	13,6 ± 8,25	69,5	71,0	11,76 ± 6,06	12,72 ± 5,87	61,6	56,6
5	11,8 ± 7,94	11,5 ± 7,40	80,7	81,9	11,20 ± 6,62	10,70 ± 5,21	71,8	66,9
6	8,7 ± 7,58	8,4 ± 7,84	88,9	90,0	8,88 ± 6,60	10,44 ± 6,55	79,8	77,0
7	5,4 ± 6,49	4,8 ± 6,36	93,9	94,5	7,08 ± 5,68	8,76 ± 5,21	86,3	85,4
8	4,0 ± 4,98	3,4 ± 5,53	97,7	97,7	4,72 ± 4,82	6,36 ± 5,32	90,6	91,6
9	1,4 ± 2,92	1,6 ± 3,77	99,0	99,2	4,56 ± 5,80	4,84 ± 6,26	94,7	96,2
10	0,6 ± 1,93	0,7 ± 2,28	99,5	99,8	3,08 ± 4,84	2,30 ± 3,63	97,5	98,5
11	0,2 ± 0,80	0,2 ± 0,81	99,7	100,0	1,40 ± 3,40	1,08 ± 2,78	98,8	99,5
12	0,3 ± 1,60		100,0		0,84 ± 3,80	0,36 ± 1,43	99,5	99,8
13					0,44 ± 1,58	0,16 ± 0,80	99,9	100,0
14					0,04 ± 0,20		100,0	
TOTAL	105,8 ± 40,75 a	105,2 ± 47,00 a			109,8 ± 38,24 a	103,6 ± 36,37 a		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios de porcentagem de parasitismo total, porcentagem de emergência e número de adultos emergidos por ovo, de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos de *Ecdytolopha aurantiana* e *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

CARACTERÍSTICAS	LINHAGEM	ORIGEM		Média
		<i>E. aurantiana</i>	<i>A. kuehniella</i>	
Parasitismo (%) ¹	Atp	51,0 ± 16,62	47,2 ± 9,70	49,1 A
	G18	52,9 ± 10,75	41,0 ± 6,08	46,9 A
	Média	51,9 a	44,1 b	
Emergência (%) ¹	Atp	42,2 ± 11,09 b A	60,0 ± 6,84 a A	51,1
	G18	42,8 ± 17,24 b A	49,6 ± 5,92 a B	46,2
	Média	42,5	54,8	
Nº de adultos por ovo	Atp	1,29 ± 0,33	1,21 ± 0,12	1,25 A
	G18	1,35 ± 0,27	1,18 ± 1,18	1,27 A
	Média	1,32 a	1,20 b	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$.

Tabela 8. Mortalidade diária (%) de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos de *Ecdytoplopha aurantiana* e *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Idade das fêmeas (DIAS)	MORTALIDADE DIÁRIA (%)			
	<i>E. aurantiana</i>		<i>A. kuehniella</i>	
	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. pretiosum</i>
1	4,0	0,0	0,0	0,0
2	4,0	0,0	0,0	0,0
3	8,0	12,0	8,0	4,0
4	16,0	20,0	12,0	8,0
5	20,0	20,0	16,0	12,0
6	28,0	28,0	24,0	16,0
7	36,0	52,0	24,0	20,0
8	40,0	60,0	36,0	28,0
9	64,0	72,0	40,0	52,0
10	84,0	88,0	56,0	60,0
11	96,0	92,0	76,0	80,0
12	100,0	100,0	92,0	92,0
13			92,0	96,0
14			96,0	100,0
15			100,0	
Longevidade média *	$8,0 \pm 3,01$ b	$7,6 \pm 2,70$ b	$9,3 \pm 3,24$ a	$9,3 \pm 2,73$ a
Intervalo de variação	1 - 12	3 - 12	3 - 15	3 - 14

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* Dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$.

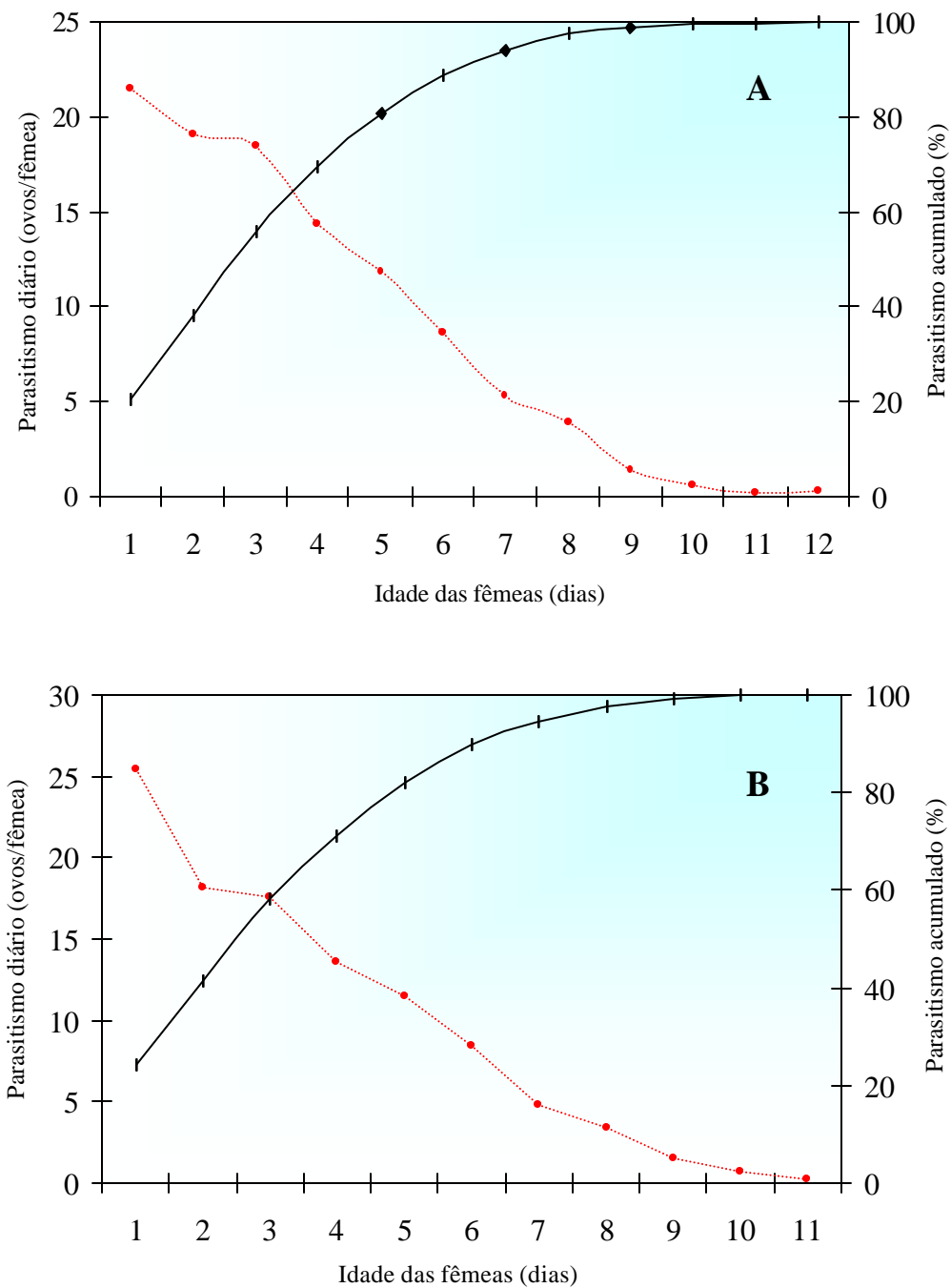


Figura 6 - Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de *Trichogramma* provenientes de ovos de *Ecdytolopa aurantiana*.. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas. **A.** *T. atopovirilia* (linhagem Atp); **B.** *T. pretiosum* (linhagem G18).

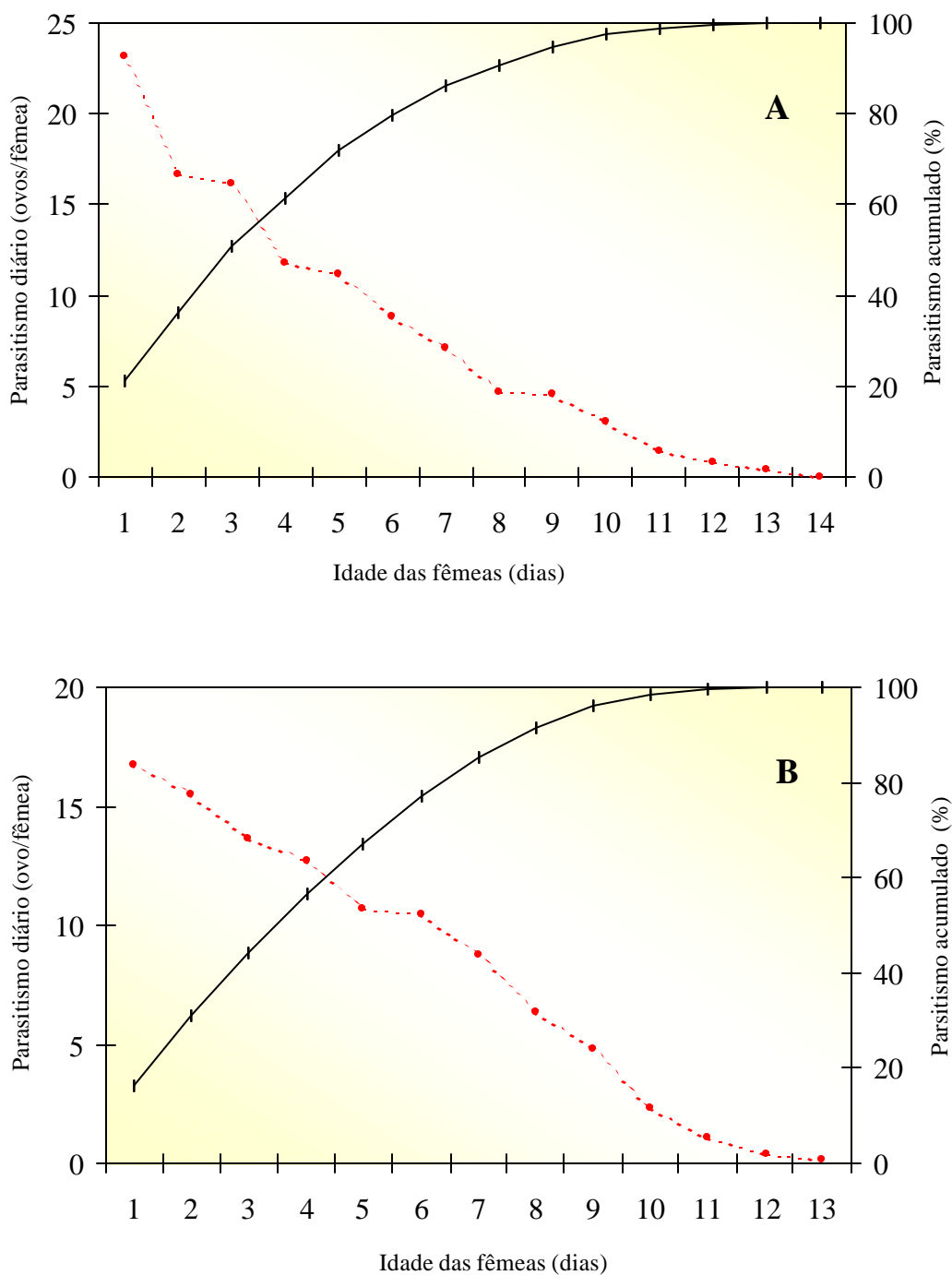


Figura 7 - Parasitismo médio diário e parasitismo acumulado (%) de *Trichogramma* provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas. **A.** *T. atopovirilia* (linhagem Atp); **B.** *T. pretiosum* (linhagem G18).

4.3.1 Efeito do tempo de exposição (horas) sobre o parasitismo de *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18), provenientes de ovos de *E. aurantiana* e *A. kuehniella*

Houve efeito significativo das interações horas x linhagens, horas x origens e linhagens x origens sobre o número de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo. O tempo de exposição dos ovos ao parasitismo só ocasionou efeito significativo para a linhagem G18 (*T. pretiosum*) e para a origem do parasitóide (*E. aurantiana*). O número de ovos parasitados e a porcentagem de parasitismo aumentaram linearmente em relação ao tempo de exposição dos ovos de bicho-furão ao parasitismo para a linhagem G18 (Tabela 9 e Figura 8 - A e B).

Quando se levou em consideração a origem dos parasitóides, ou seja, se eles eram provenientes de ovos de *E. aurantiana* ou de *A. kuehniella* e o tempo de exposição ao parasitismo, a resposta foi quadrática para a origem *E. aurantiana*, tanto no número médio de ovos parasitados, quanto na porcentagem de parasitismo. Segundo a equação de regressão, o ponto máximo de parasitismo estimado deverá ser obtido em 34 horas, com uma média estimada de 26,4 ovos parasitados por fêmea e 87% de parasitismo (Figura 8 - C e D).

No desdobramento da interação linhagens x origens observaram-se diferenças significativas entre origens e entre linhagens dentro de origens. A linhagem Atp apresentou maior número de ovos parasitados e maior porcentagem de parasitismo do que G18 apenas na origem *E. aurantiana*. Somente para a linhagem Atp, também observou-se maior número de ovos parasitados e maior porcentagem de parasitismo quando provenientes de *E. aurantiana* em relação a *A. kuehniella*. Como estes resultados foram obtidos na média de todos os tempos de exposição (horas) utilizados e houve interação significativa de horas x linhagens, esta pode ser a explicação da razão de ocorrer interação significativa de linhagens x origens, fazendo com que os resultados fossem um pouco diferentes dos observados anteriormente (Tabela 10).

Tabela 9. Números de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos *Ecdyolopha aurantiana* e *Anagasta kuehniella* em diferentes tempos de exposição. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Característica	TEMPO DE EXPOSIÇÃO (horas)	LINHAGEM		ORIGEM		Média Geral de horas
		Atp	G18	<i>E. aurantiana</i>	<i>A. kuehniella</i>	
Nº de ovos parasitados ¹	5	19,6 ± 5,44 a A	14,0 ± 3,75 b A	18,4 ± 5,82 a B	14,6 ± 4,00 b A	16,5
	12	22,6 ± 4,35 a A	14,6 ± 4,29 b A	20,3 ± 7,63 a B	16,9 ± 2,88 b A	18,6
	24	19,8 ± 6,71 a A	20,3 ± 6,41 a B	25,8 ± 2,52 a A	14,3 ± 2,79 b A	20,0
	48	21,4 ± 5,71 a A	21,5 ± 4,63 a B	24,5 ± 3,25 a AB	18,4 ± 5,01 b A	21,5
	Média	20,7	17,6	22,3	16,0	
Parasitismo (%) ²	5	62,3 ± 18,37 a A	46,2 ± 12,69 b B	60,8 ± 19,40 a B	47,7 ± 13,07 b A	54,3
	12	74,8 ± 13,99 a A	47,8 ± 14,55 b B	66,8 ± 25,38 a B	55,8 ± 10,06 b A	61,3
	24	65,5 ± 22,72 a A	67,2 ± 21,59 a A	85,7 ± 8,43 a A	47,0 ± 9,09 b A	66,4
	48	70,6 ± 19,20 a A	70,7 ± 15,40 a A	80,5 ± 10,85 a AB	60,8 ± 16,53 b A	70,7
	Média	68,3	58,0	73,5	52,8	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas dentro de linhagem ou de origem e maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Dados transformados em $\log(x+1)$. ² Dados transformados em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$.

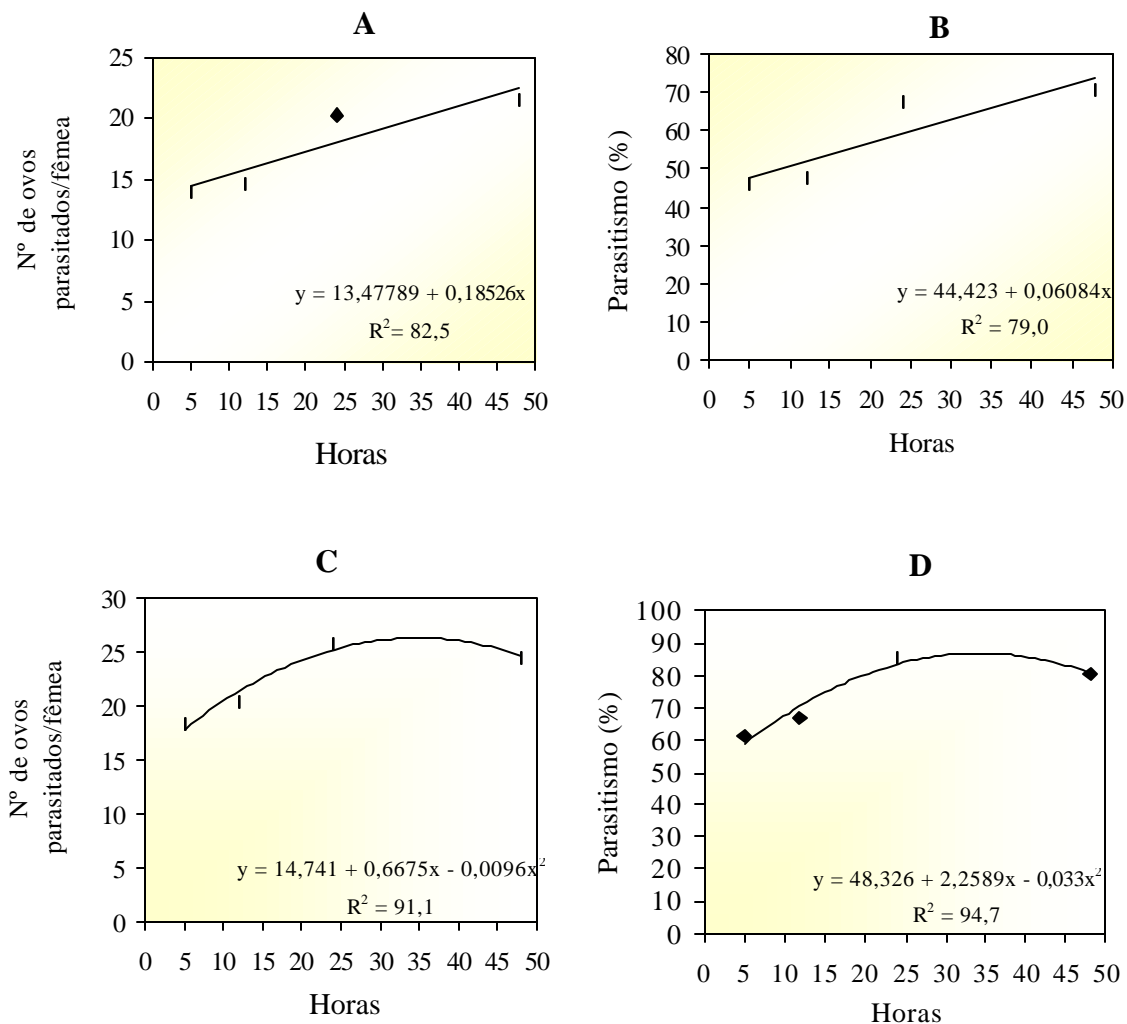


Figura 8 - **A.** Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma pretiosum* (linhagem G18) em diferentes tempos de exposição; **B.** Porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem G18) em diferentes tempos de exposição; **C.** Número médio de ovos parasitados por fêmea de *Trichogramma* em diferentes tempos de exposição, provenientes de ovos de *Ecdytolopha aurantiana*; **D.** Porcentagem de parasitismo de *Trichogramma* em diferentes tempos de exposição, provenientes de ovos de *E. aurantiana*. Temperatura: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Tabela 10. Número de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) provenientes de ovos de *Ecdytolopha aurantiana* e de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: $28 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

Característica	LINHAGEM	ORIGEM		Média
		<i>E. aurantiana</i>	<i>A. kuehniella</i>	
Nº de ovos parasitados ¹	Atp	25,0 ± 3,10 a A	16,3 ± 3,99 b A	20,7
	G18	19,5 ± 6,63 a B	15,7 ± 4,12 b A	17,6
	Média	22,3	16,0	
Parasitismo (%) ²	Atp	82,7 ± 10,22 a A	53,9 ± 13,36 b A	68,3
	G18	64,2 ± 22,32 a B	51,7 ± 13,67 b A	58,0
	Média	73,5	52,8	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Dados transformados em $\log(x+1)$.

² Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$.

4.4 Determinação do número ideal de *T. pretiosum* (linhagem G18) a ser liberado por ovo de *E. aurantiana*

Nos resultados obtidos nos experimentos com *T. atopovirilia* (linhagem Atp) e *T. pretiosum* (linhagem G18) (itens 4.2 e 4.3) não ficou bem caracterizado qual a melhor espécie com potencial para o controle do bicho-furão-dos-citros. Talvez testes de campo possam definir qual a mais adequada ou mostrar que as duas espécies podem ser utilizadas conjuntamente, pois no estudo de biologia (item 4.2), a espécie *T. atopovirilia* demonstrou algumas vantagens, levando a um assincronismo na emergência e longevidade de fêmeas maior em baixa e alta temperatura (20 e 32°C). Segundo Hassan (1997) a combinação de mais de uma espécie de *Trichogramma*, em liberações desse parasitóide, pode aumentar a sua eficiência no controle de uma praga. A escolha para essa combinação deve ser baseada nos resultados de experimentos de laboratório, semicampo e campo e que uma vantagem dessa prática pode ser a de que as duas espécies apresentem aspectos complementares, relacionados ao tempo de emergência, ao comportamento de procura, à longevidade e à tolerância às condições ambientais extremas, características observadas na presente pesquisa.

Apesar destas possibilidades, no experimento de telado optou-se por avaliar *T. pretiosum*, pela disponibilidade de insetos e pela facilidade de obtenção de parasitóides desta espécie, tanto em coletas de campo como em criações de laboratório.

O percentual de parasitismo de *T. pretiosum* (linhagem G18) apresentou comportamento quadrático com o aumento da quantidade de parasitóides liberados por ovo da praga, sendo que o ponto máximo de parasitismo estimado foi de 89,0%, o que seria obtido com uma proporção estimada de 36 parasitóides por ovo de *E. aurantiana* (Figura 9). Observou-se que a partir deste ponto haveria um decréscimo do parasitismo, o que poderia ser devido à ocorrência de superparasitismo. Segundo Lopes (1988) o decréscimo do parasitismo pode ser atribuído a superparasitismo quando são liberados números excessivos de parasitóides por ovo do hospedeiro. Knipling (1977) constatou, por meio de modelos de simulação, que números crescentes de parasitóides liberados por unidade de área levam a uma redução na eficiência de *Trichogramma* pois, à medida que

crece a sua densidade, a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo diminui. Desta forma, a competição intra-específica torna bastante improvável a ocorrência de um parasitismo próximo a 100%, em condições de campo.

Garcia (1998) obteve uma correlação linear positiva entre o número de parasitoides liberados e o percentual de parasitismo para *T. pretiosum* (linhagem L₁) por ovo de *E. aurantiana*. Os percentuais de parasitismo variaram de 9,2 a 63,3% para relações de fêmeas do parasitóide: ovo da praga, de 0,8 a 12,8, respectivamente.

O resultado obtido neste trabalho demonstra que serão necessários números bastante elevados de *T. pretiosum*, em liberações em áreas de *Citrus*, para o controle de *E. aurantiana*, pois se a população de ovos for alta, serão necessárias liberações elevadas de *T. pretiosum* para atender à proporção encontrada de 36 parasitoides por ovo. Para citros e outras frutíferas são recomendados liberações variáveis de 70.000 a 3,8 milhões/ha de parasitoides ou de 9.000 a 50.000/planta (Oatman & Platner, 1985; Hassan et al., 1988; Newton & Odendaal, 1990; Glen & Hoffmann, 1997; Mills et al., 2000; Mills, 2002), com uma porcentagem de parasitismo de 51,8 a 75%.

Em outras culturas têm sido recomendados números bem menores para essa relação de parasitóide: ovo. Assim, Lopes (1988) obteve uma relação de 1,6 de *T. galloi* para *Diatraea saccharalis* (Fabricius) em cana-de-açúcar; Sá (1991) de 10,7 *T. pretiosum* : *Helicoverpa zea* (Boddie) em milho; Zachrisson (1997) de 5,3 *T. pretiosum* : *A. gemmatalis* em soja.

Segundo Mills (2002) ainda são poucos os exemplos de sucessos de uso prático de *Trichogramma* em pomares; porém, testes pilotos têm demonstrado resultados promissores e embora os parasitoides não tenham a eficiência de inseticidas convencionais, reduziram sensivelmente os danos de *Cydia pomonella* L. em condições de campo.

Assim, tornam-se necessários mais estudos para avaliar a eficiência de *Trichogramma* em pomares de citros, pois os resultados até aqui alcançados demonstram o potencial de utilização desse inimigo natural para controle de *E. aurantiana*.

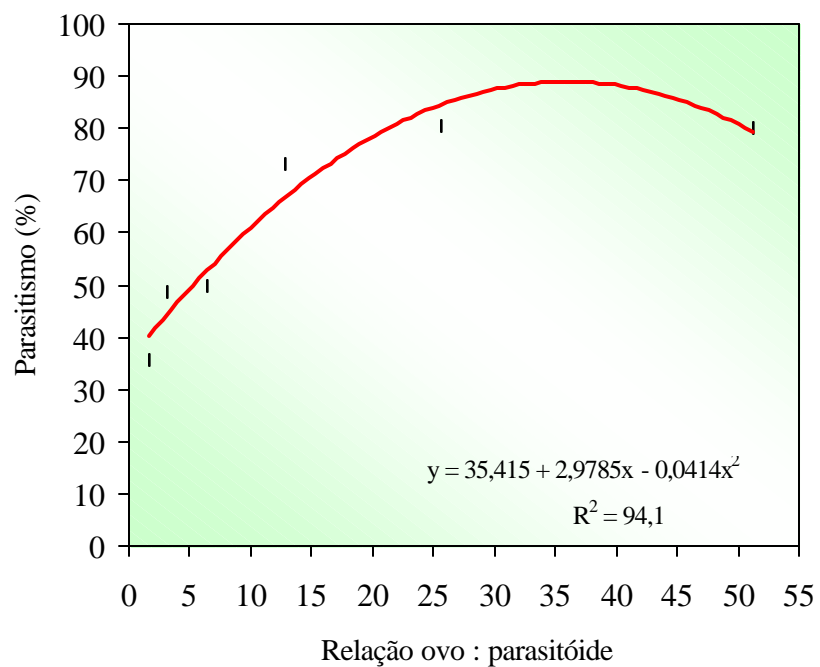


Figura 9 - Relação entre números variáveis de parasitóides (*Trichogramma pretiosum* - linhagem G18), liberados por ovo de *Ecdytolopha aurantiana* e porcentagem de parasitismo, em telado. Piracicaba, SP. Março, 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram o potencial de controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) através de espécies/linhagens de *Trichogramma*, confirmando os resultados preliminares de Garcia (1998).

É fundamental, pelos resultados obtidos, que sejam realizadas coletas e seleção de linhagens/espécies mais agressivas à praga, pois houve uma grande variação do material biológico estudado, nenhum deles, entretanto, coletado sobre ovos de *E. aurantiana*. Ficou demonstrado que o inseto se desenvolve bem na faixa de 18 a 32°C, sem haver alteração da razão sexual em nenhuma das temperaturas, embora como era de se esperar, com maior longevidade nas temperaturas mais baixas. A temperatura de 25°C, em termos gerais, foi a mais adequada para as linhagens/espécies selecionadas. Em função dos resultados obtidos, recomenda-se que os parasitóides sejam mantidos por gerações sucessivas em ovos de *E. aurantiana* antes de criá-los no hospedeiro alternativo, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), para proporcionar um condicionamento pré-imaginal, principalmente pelo fato do parasitóide não ter sido coletado sobre ovos de *E. aurantiana*. Em laboratório, conseguiu-se maior parasitismo expondo-se 30 ovos de *E. aurantiana* por fêmea de *T. pretiosum* durante 34 horas. Em condições de semicampo, observou-se que há necessidade de liberação de grandes quantidades do parasitóide para controle da praga, pois se obteve a maior porcentagem de parasitismo liberando-se 36 parasitóides por ovo da praga. Resultados preliminares, de campo, liberando-se entre 15 a 37 parasitóides por ovo do bicho-furão por planta, levaram a parasitismo variável de 13 a 92% (Molina).¹ A seleção de linhagens e a liberação concentrada por planta, poderão aumentar tal parasitismo. Os recentes trabalhos desenvolvidos com feromônio sexual do bicho-furão (Bento et al., 2001), poderão facilitar tal estimativa populacional

¹ MOLINA, R. M. S. (ESALQ/USP, Piracicaba). Comunicação pessoal, 1999.

da praga para liberação do parasitóide. Tais resultados, associados às exigências térmicas determinadas na presente pesquisa para ambas as espécies (em torno de 108 GD) poderão tornar viável a liberação do parasitóide para controle, seguindo-se a recomendação para outras frutíferas de que a liberação deve ser feita por planta e com grande número de parasitóides para se conseguir melhores resultados (Hassan et al. 1988; Oatman & Platner, 1985).

6 CONCLUSÕES

1. A seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma* é básica para controle de *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927), pois existe uma grande variação no parasitismo de ovos da praga dentre os vários materiais biológicos estudados;
2. Independente da linhagem/espécie utilizada, não há alteração da razão sexual na faixa térmica estudada;
3. A temperatura de 25°C é mais adequada para atividade das espécies/linhagens selecionadas;
4. A duração do período ovo-adulto de *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (linhagem Atp) e *T. pretiosum* Riley, 1879 (linhagem G18) é inversamente relacionada com o aumento da temperatura, na faixa térmica de 18 a 32°C;
5. As exigências térmicas das espécies/linhagens selecionadas são muito próximas (em torno de 108 GD), embora exista uma pequena variação entre os limites térmicos inferiores (temperaturas bases);
6. O hospedeiro de criação natural (*E. aurantiana*) ou alternativo (*Anagasta kuehniella* (Zeller,1879)), não afetam a capacidade de parasitismo das espécies/linhagens selecionadas;
7. Para a proporção de 30 ovos de *E. aurantiana* por fêmea de *Trichogramma* spp., obteve-se a maior taxa de parasitismo, em laboratório, com um período de exposição dos ovos ao parasitóide de 34 horas;
8. As maiores taxas de parasitismo de ovos de bicho-furão, para as duas espécies/linhagens ocorrem quando os parasitóides são provenientes de ovos de *E. aurantiana*;

9. A proporção estimada de 36 parasitóides por ovo de *E. aurantiana* possibilita a maior porcentagem de parasitismo por *T. pretiosum*;
10. Os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* apresentam potencial de controle de *E. aurantiana*, desde que liberados em grandes quantidades por unidade de área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R.; VENDRAMIM, J.D.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas das fases de desenvolvimento de *Plutella xylostella* e de *Trichogramma pretiosum*, em ovos de *Plutella xylostella*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., Rio de Janeiro, 1998. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1998. p.666.
- BARRET, M.; SCHMIDT, J.M.A. A comparison between the amino acid composition of an egg parasitoid wasp and some of its hosts. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.58, n.1, p.29-41, 1991.
- BASSO, C.; GRILLE, G.; POMPANON, F.; ALLEMAND, R. PINTUREAU, B. Comparacion de los caracteres biológicos y etológicos de *Trichogramma pretiosum* y de *T. exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Chilena de Entomologia**, v.25, p.45-53, 1998.
- BENTO, J.M.S.; VILELA, E.V.; PARRA, J.R.P.; LEAL, W.S. Monitoramento do bicho-furão-dos-citros com feromônio sexual: bases comportamentais para utilização dessa nova estratégia. **Laranja**, v.22, p.351-366, 2001.
- BESERRA, E.B. Biologia, etologia e capacidade de parasitismo de *Trichogramma* spp. visando ao controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Piracicaba, 2000. 133p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- BIGLER, F.; MEYER, A.; BOSSHART, S. Quality assessment in *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* Zell. and *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Journal of Applied Entomology**, v.104, n.4, p.340-353, 1987.
- BLEICHER, E. Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). Piracicaba, 1985. 80p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.8, p.929-940, 1989.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.2, p.215-219, 1990.
- BOTELHO, P.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.11, p.303-318.
- BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.59, n.4, p.823-834, 1966.
- BUTLER JUNIOR, G.D.; LOPEZ, J.D. *Trichogramma pretiosum*: development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v.73, n.6, p.671-673, 1980.

- CALVIN, D.D.; KNAPP, M.C.; WELCH, S.M.; POSTON, F.L.; ELZINGA, R.J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, v.13, n.3, p.774-780, 1984.
- CADAPAN, E.P. *Trichogramma* mass production in the Philippines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 2., Guangzhou, 1986. Paris: INRA, 1988. p.305-309. (Les Colloques INRA, 43).
- COBERT, S.A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v.10, p.143-153, 1985.
- CÔNSOLI, L.F.; PARRA, J.R.P. Biology of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in vitro and in vivo. **Annals of the Entomological Society of America**, v.89, n. 6, p.828-834, 1996.
- CÔNSOLI, L.F.; PARRA, J.R.P. Produção *in vitro* de parasitóides: criação de *Trichogramma galloi* e *T. pretiosum* no Brasil. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.10, p.259-302.
- CÔNSOLI, L.F.; PARRA, J.R.P. Egg laying and development of different strains of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in artificial eggs. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.1, p.173-177, 1999.
- CÔNSOLI, L.F.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.43, n.3/4, p.271-275, 1999.

- CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.28, p.543-579.
- DAHLAN, A.N.; GORDH, G. Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v.35, p.337-344, 1996.
- ESTEVAM, R.C.; DIAZ, E.M.; PARRA, J.R.P.; FORTI, P.R.; ZUCCHI, O.L.A.D. Exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em *Heliothis virescens* (Fabr., 1871) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas: SEB, 1987. p.255.
- FLANDERS, S.E. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. **Hilgardia**, v.4, n.16, p.465-501, 1930.
- FLANDERS, S.E. Notes on life history and anatomy of *Trichogramma*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.30, p.304-308, 1937.
- FUNDECITRUS. Tecnologia contra o bicho-furão. **Revista do Fundecitrus**, n.96, p.8-10, 2000.
- GARCIA, M.S. Bioecologia e potencial de controle biológico de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), o bicho-furão-dos-citros, através de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Piracicaba, 1998. 118p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- GARCIA, M.S.; PARRA, J.R.P. Comparação de dietas artificiais, com fontes protéicas variáveis, para criação de *Ecdyolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.219-232, 1999.
- GARCIA, M.S.; PARRA, J.R.P.; IAROSSE, A.R.; KASTEN Jr., P. Bioecologia do bicho-furão e perspectivas de controle. **Laranja**, v.19,n.2, p.249-260, 1998.
- GOMES, S.M. Comparação de três hospedeiros alternativos para criação e produção massal de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. galloi* Zucchi, 1988. Piracicaba, 1997. 106p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GOMES, S.M. Criação *in vitro* de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae): aspectos nutricionais e bioquímicos. Piracicaba, 2002. 95p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GLENN, D.C.; HOFFMANN, A.A. Developing a commercially viable system for biological control of light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae) in grapes using endemic *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, v.90, n.2, p.370-382, 1997.
- GOODENOUGH, J.L.; HARTSTACK, A.W.; KING, E.G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, v.76, n.5, p.1095-1102, 1983.
- HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1984. 12p.

- HADDAD, M.L.; MORAES, R.C.B.; PARRA, J.R.P. Sistema computadorizado para modelos bioestatísticos aplicados à entomologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos**. Caxambu: SEB, 1995. p.244.
- HADDAD, M.L.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Determinação dos limites térmicos de desenvolvimento de *Trichogramma galloi* e *T. pretiosum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p.90.
- HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.
- HAJI, F.N.D.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J.S.; ALENCAR, J.A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.28, p.477-494.
- HARRISON, W.W.; KING, E.G.; OUZTS, J.D. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. **Environmental Entomology**, v.14, n.2, p.118-121, 1985.
- HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, v.34, n.1, p.19-27, 1989.

- HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap.3, p.55-71.
- HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.7. p.183-206.
- HASSAN, S.A.; GUO, M.F. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the european corn borer *Ostrinia nubilalis* Hübner. (Lep., Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**, v.111, p.335-341, 1991.
- HASSAN, S.A.; KOLHER, E.; ROST, W.M. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 1. Control of the codling moth, *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, v.33, n.4, p.413-420, 1988.
- HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca-do-abacate *Stenomoma catenifer* Wals. no Estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.2, p.417-419, 1993.
- HOHMANN, C.L.; SILVA, S.M.T.; SANTOS, W.J. Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, n.1, p.203-206, 1989.
- INOUE, M.S.R.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). **Scientia Agricola**, v.55, n.2, p.22-226, 1998.

- KAISER, L.; PHAM-DELEGUE, M.H.; MASSON, C. Behavioural study of plasticity in host preferences of *Trichogramma maidis* (Hym.: Trichogrammatidae) **Physiological Entomology**, v. 14, p.53-60, 1989.
- KNIPLING, E.F. The theoretical basis for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. (Ed.). **Biological control by augmentation of natural enemies**. New York: Plenum Press, 1977. cap.3, p. 79-123.
- KRISHNAMOORTHY, A.; SINGH, S.P. Record of the egg parasite, *Trichogramma chilonis* on *Papilio* spp. in *Citrus*. **Current Science**, v.55, n.9, p.461, 1986.
- LEWIS, W.J.; GROSS, H.R., Jr.; PERKINS, W.D.; KNIPLING, E.F.; VOGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v.5, n.3, p.449-452, 1976.
- LI, L.Y. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap.2, p.37-53.
- LI, S.Y.; HENDERSON, D.E.; MYERS, J.H. Selection of suitable *Trichogramma* species for potential control of the blackheaded fireworm infesting cranberries. **Biological Control**, v.4, p.244-248, 1994.
- LOPES, J.R.S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794)(Lep., Pyralidae). Piracicaba, 1988. 141p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- MILLS, N. Improving the efficacy of *Trichogramma* releases against codling moth in California. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM EGG PARASITOIDS FOR BIOCONTROL OF INSECT PESTS, 6., Perugia, 2002. **Abstracts**. Perugia: IOBC; WG, 2002. p.44-45.
- MILLS, N.; PICKEL, C.; MANSFIELD, S.; McDOUGALL, S.; BUCHNER, R.; CAPRILE, J.; EDSTROM, J.; ELKINS, R.; HASEY, J.; KELLEY, K.; KRUEGER, B.; OLSON, B.; STOCKER, R. Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. **California Agriculture**, v.56, n.6, p.22-25, 2000.
- McGREGOR, R.; HUEPPELSHEUSER, T.; LUCZYNSKI, A.; HENDERSON, D. Collection and evaluation of *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as biological controls of the oblique-banded leafroller *Choristoneura rosaceana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae) in raspberries and blueberries. **Biological Control**, v.11, p.38-42, 1998.
- NEWTON, P.J.; ODENDAAL, W.J. Commercial inundative releases of *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* (Hym.: Trichogrammatidae) against *Cryptophlebia leucotreta* (Lep.: Tortricidae) in *Citrus*. **Entomophaga**, v.35, n.4, p.545-556, 1990.
- NAKANO, O.; SOARES, M.G. Bicho-furão: biologia, hábitos e controle. **Laranja**, v.16, n.1, p.209-221, 1995.
- NURINDAH; CRIBB, B.W.; GORDH, G. Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hym.: Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, v.38, n.2, p.115-119, 1999.
- OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R. Biological control of two avocado pests. **California Agriculture**, v.39, n.11/12, p.21-23, 1985.

- OATMAN, E.R.; McMURTRY, J.A.; WAGGONER, M.; PLATNER, G.R.; JOHNSON, H.G. Parasitization of *Amorbia cuneana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sabulodes aegrotata* (Lepidoptera: Geometridae) on avocado in southern California. **Annals of the Entomological Society of America**, v.76, n.1, p.52-53, 1983.
- PAK, G.A.; OATMAN, E.R. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.32, p.61-67, 1982.
- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.4, p.121-150.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. O uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.54-75.
- PARRA, J.R.P.; ESTEVAM, R.C.; ZUCCHI, O.L.A.D. Biologia comparada de duas espécies de *Trichogramma* em dois hospedeiros alternativos e em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas: SEB, 1987. p.258.
- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.8, p.125-142.

- PARRA, J.R.P.; KASTEN Jr., P.; MOLINA, R.M.S.; HADDAD, M.L. Efeito do pH no desenvolvimento do bicho-furão. **Laranja**, v.22, n.2, p.299-320, 2001.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M L. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi, on two alternative hosts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 3., San Antonio, 1990. Paris: INRA, 1991. p.81-84. (Les Colloques INRA, 56).
- PINTO, A.S. Comparação de técnicas de liberação e parasitismo de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, em infestações de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), prejudiciais à cana-de-açúcar. Piracicaba, 1999. 83p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P. Liberações de inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.19, p.325-342.
- PINTO, J.D. **Systematics of the north American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. Washington: Entomological Society of Washington, 1998. 287p. (Memoirs, 22).
- PINTO, J.D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap.1, p.1-36.
- PINTO, J.D.; KOOPMANSCHAP, A.B.; PLATNER, G.R.; STOUTHAMER, R. The north American *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing certain Tortricidae (Lepidoptera) on apple and pear, with ITS2 DNA characterizations and description of a new species. **Biological Control**, v.23, p.134-142, 2002.

- PRATES, H.S.; PINTO, W.B.S. Ocorrência da mariposa das laranjas (*Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927) na citricultura paulista. **Laranja**, v.9, n.1, p.117-124, 1988.
- PRATES, H.S.; PINTO, W.B.S. “Bicho-furão”- um grave problema para a citricultura paulista. **Laranja**, v.12, n.2, p.425-434, 1991.
- PRATES, H.S.; PINTO, W.B.S. Ocorrência do bicho-furão nas principais regiões citrícolas paulistas. **Laranja**, v.16, n.1, p.237-242, 1995.
- PRATES, H.S.; PINTO, W.B.S.; CAETANO, A.A. Controle da “mariposa das laranjas”- *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927 (Lepidoptera, Olethreutidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. **Resumos**. Recife: SBF, 1981. v.2, p.552-557.
- PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J. Ocorrência de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Nipteria panacea* Thierry-Mieg (Lep.: Geometridae), um geometrídeo desfolhador do abacateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.2, p.347-349, 1999.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1281-1288, 2000.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.277-282, 2001.

- PREZOTTI, L.; HAJI, F.N. P.; HONDA, O.T. Avaliação de *Trichogramma atopovirilia* como agente de controle biológico de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p. 117.
- PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P. Controle de qualidade *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em criações de laboratório. Piracicaba, 2001. 81p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. cap.17, p.295-311.
- QUERINO, R.B. Taxonomia do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na América do Sul. Piracicaba, 2002. 214p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RESENDE, D.L.M.C. Aspectos biológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae). Lavras, 1992. 68p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- ROSSI, M.M; CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas das diferentes fases de desenvolvimento de *Trichogramma galloi* e *Trichogramma pretiosum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1987. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p.106-107.

- RUSSO, J.; VOEGELÉ, J. Influence de la température sur quatre espèces de trichogrammes (Hym. Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lep. Pyralidae). II. - Reproduction et survie. **Agronomie**, v.2, n.6, p.517-524, 1982.
- SÁ, L.A.N. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Piracicaba, 1991. 107p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v.118, n.1, p.38-43, 1994.
- SALES JUNIOR, O. Bioecologia de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 no hospedeiro natural *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e em hospedeiros alternativos. Piracicaba, 1992. 97p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SAS INSTITUTE. **SAS System - SAS/STAT software**: version 8.0, Cary, 1999.
- SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, v.41, p.375-406, 1996.
- STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, n.1, p.163-169, 1987a.

- STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* sp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, n.1, p.229-231, 1987b.
- STOUTHAMER, R. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. **Entomophaga**, v.38, n.1, p.3-6, 1993.
- STOUTHAMER, R.; BREEUWER, J.A.J.; LUCK, R.F.; WERREN, J.H. Molecular identification of microorganisms associated with parthenogenesis. **Nature**, v.361, p.66-68, 1993.
- STOUTHAMER, R.; PINTO, J.D.; PLATNER, G.R.; LUCK, R.F. Taxonomic status of thelytokous forms of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.83, n.3, p.475-481, 1990.
- TIRONI, P. Aspectos bioecológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), como agentes de controle biológico de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae) em milho. Lavras, 1992. 74p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- TORRES P., C.; GERDING P., M. Evaluación de cinco especies de *Trichogramma* como posibles agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Agricultura Técnica**, v.60, n.3, p.282-288, 2000.
- VENTURA, D.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, criados em duas traças do tomateiro. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 2., São Paulo, 1994. **Resumos**. São Paulo: USP; FAU; IME; FFLCH, 1994. p.46.

- VOLKOFF, A.N.; DAUMAL, J.; BARRY, P.; FRANÇOIS, M.C.; HAWLITZKY, N.; ROSSI, M.M. Development of *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae): time table and evidence for a single larval instar. **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v.24, n.4, p.459-466, 1995.
- VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997, cap.3, p.67-119.
- VINSON, S.B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v.11, p.79-96, 1998.
- WAJNBERG, E. Analysis of variations of handling-time in *Trichogramma maidis*. **Entomophaga**, v.34, n.3, p.397-407, 1989.
- WERREN, J.H. Biology of *Wolbachia*. **Annual Review of Entomology**, v.42, p.587-609, 1997.
- WÜHRER, B.G.; HASSAN, S.A. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, v.116, p.80-89, 1993.
- YU, D.S.K.; HAGLEY, E.A.C.; LAING, J.E. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in southern Ontario. **Environmental Entomology**, v.13, n.5, p.1325-1329, 1984a.

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

ZACHRISSON, B.A. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na cultura da soja. Piracicaba, 1997. 106p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.

ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.2, p.41-66.