

BIOLOGICAL CONTROL

Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e Alterações Causadas pelo Parasitismo no Hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Diferentes Temperaturas

MARCUS V. SAMPAIO^{1,2}, VANDA H.P. BUENO¹, SANDRA M.M. RODRIGUES^{1,3}, MARIA C.M. SOGLIA¹ E BRUNO F. DE CONTI¹

¹Depto. Entomologia, Univ. Federal de Lavras, C. postal 37, 37200-000, Lavras, MG, vhpbueno@ufla.br

²Instituto de Ciências Agrárias, Univ. Federal de Uberlândia, C. postal 593, 38400-902, Uberlândia, MG
mvsampaio@iciag.ufu.br

³Embrapa Algodão, Av. Campo Grande 612 sala 2, Centro, 78850-000, Primavera do Leste, MT
sandra@cnpa.embrapa.br

Neotropical Entomology 36(3):436-444 (2007)

Development of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) and Alterations Caused by the Parasitism in the Host *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) in Different Temperatures

ABSTRACT - *Aphidius colemani* Viereck is among the main natural enemies used for biological control of *Aphis gossypii* Glover. The objective of the present study was to evaluate the development of *A. colemani* and the alterations caused by the parasitism in the host *A. gossypii* in different temperatures and to estimate the thermal requirements of the parasitoid. The experiments were carried out in controlled environmental chambers at 16, 19, 22, 25, 28 and 31 ± 1°C, 70 ± 10% RH, and 12h photophase. Second-instar nymphs of *A. gossypii* were parasitized once and kept individually in glass tubes (2.5 cm x 8.5 cm), containing leaf disc of cucumber (2 cm) and 1% water/agar solution. The development time of *A. colemani*, from oviposition to mummies (11.9, 9.8, 7.7, 6.4 and 6.4 days) and from oviposition to adult (19.4, 16.2, 12.6, 10.5 and 10.7 days) decreased with the increase of the temperature from 16°C to 25°C. The rates of mummies and the emergence of the parasitoid, and its longevity also decreased with the increase of the temperature. Mummies were not produced at 31°C. The lower temperature threshold of *A. colemani* was 5.94°C and its thermal constant was 200 degrees-day. The alterations caused by the parasitoid in the *A. gossypii* host were minimized at 31°C, where 98% of the host did not show symptoms of parasitism and produced nymphs. The temperature of 22°C was optimal for the development time of *A. colemani*.

KEY WORDS: Aphid, host regulation, parasitoid, temperature threshold

RESUMO - *Aphidius colemani* Viereck está entre os principais inimigos naturais utilizados no controle biológico de *Aphis gossypii* Glover. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desenvolvimento de *A. colemani* e as alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *A. gossypii* em diferentes temperaturas e estimar as exigências térmicas do parasitóide. O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas a 16, 19, 22, 25, 28 e 31 ± 1°C, com 70 ± 10% U.R. e fotofase de 12h. Ninfas de 2º instar de *A. gossypii* foram parasitadas uma vez e individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm x 8,5 cm), contendo disco foliar de pepino (2 cm) e solução agar/água a 1%. O período da oviposição à formação da múmia (11,9; 9,8; 7,7; 6,4 e 6,4 dias) e o da oviposição ao adulto de *A. colemani* (19,4; 16,2; 12,6; 10,5 e 10,7 dias) diminuíram com o aumento da temperatura no intervalo de 16°C e 25°C. A porcentagem de múmias formadas e a de emergência do parasitóide, assim como a longevidade diminuíram com o incremento da temperatura. Não houve formação de múmias a 31°C. O parasitóide *A. colemani* apresentou temperatura base inferior de desenvolvimento de 5,94°C e constante térmica de 200 GD. As alterações ocasionadas no hospedeiro *A. gossypii* pelo parasitismo foram minimizadas na temperatura de 31°C, sendo que 98% dos hospedeiros não apresentaram sintomas de parasitismo e produziram ninfas. A temperatura de 22°C foi a mais adequada para o desenvolvimento de *A. colemani*.

PALAVRAS-CHAVE: Parasitóide, pulgão, regulação do hospedeiro, temperatura base

A temperatura é um dos fatores abióticos mais importantes para a sobrevivência dos insetos. Em parasitóides, ela pode afetar o desenvolvimento, a longevidade (Bleicher & Parra 1989), a fecundidade (Steenis 1993), a velocidade de caminhar (Surverkropp *et al.* 2001) e o período de tempo utilizado para efetuar a oviposição (Flinn & Hagstrum 2002), apresentando implicações diretas no crescimento populacional desses insetos e, conseqüentemente, no sucesso do controle biológico.

A regulação do hospedeiro é essencial para o desenvolvimento de parasitóides cenobiontes, cujos hospedeiros apresentam crescimento e desenvolvimento após o parasitismo (Vinson & Iwantsch 1980). Alguns efeitos causados pelos parasitóides da subfamília Aphidinae em seus hospedeiros podem ser visualizados pela diminuição do potencial reprodutivo, por impedir a formação dos embriões, e na forma mais globosa do corpo dos pulgões parasitados, mesmo antes da formação da múmia. Pulgões parasitados nos dois instares iniciais não chegam à fase adulta e mumificam no quarto instar ninfal (Starý 1988). Esses sintomas de parasitismo são causados nos pulgões pelos fluidos das glândulas de veneno de fêmeas de parasitóide, mesmo sem a deposição do ovo (Digilio *et al.* 1998, 2000).

O parasitóide *Aphidius colemani* Viereck é uma das espécies dominantes dentre as encontradas em pulgões na América do Sul (Starý & Cermeli 1989, Starý *et al.* 1993), e apresenta elevado potencial como agente de controle biológico de *Aphis gossypii* Glover (Sampaio *et al.* 2001). Na Europa, falhas no controle biológico de *A. gossypii* por esse parasitóide vêm sendo relacionadas às altas temperaturas (Steenis & El-Kawass 1995, Toussidou *et al.* 1999).

Desta forma, este trabalho teve como objetivos avaliar aspectos biológicos de *A. colemani* e as alterações advindas do seu parasitismo no hospedeiro *A. gossypii*, em diferentes temperaturas, e estimar as exigências térmicas do parasitóide.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, MG.

Criação de pulgões. Os pulgões *A. gossypii* foram coletados em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) no campo. Na sua manutenção, no laboratório, foram utilizadas plantas de pepino da variedade comercial Caipira, em luminosidade e temperatura ambientes. Cerca de 30 a 50 fêmeas adultas de *A. gossypii* foram colocadas em placa de Petri (15cm de diâmetro), contendo seção foliar de pepino em solução agar/água 1% e mantidas em câmaras climatizadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Após 24h, os adultos foram retirados e as ninfas remanescentes ao se apresentarem no 2º instar, com aproximadamente 48h de vida, foram utilizadas no experimento (Steenis & El-Kawass 1995, Soglia *et al.* 2002).

Criação de parasitóides. O parasitóide *A. colemani* foi coletado em pulgões mumificados da espécie *Myzus persicae*

(Sulzer), em plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.), em casa-de-vegetação no Campus da UFLA. Para a criação de *A. colemani* foram utilizadas colônias de *A. gossypii* em plantas de pepino, em sala climatizada com $19-25^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h.

Aspectos biológicos de *A. colemani*. Uma fêmea de *A. colemani*, acasalada, com 48h de vida e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada em uma arena contendo de 100 a 200 ninfas de 2º instar de *A. gossypii* e foi observado em microscópio estereoscópico o comportamento de busca e oviposição do parasitóide. Cada ninfa, imediatamente após ser parasitada, foi retirada da placa com o auxílio de um pincel de ponta fina e individualizada em tubo de vidro (2,5cm de diâmetro por 8,5cm de altura), vedado com organza, contendo um disco foliar de pepino (2cm de diâmetro) em solução agar/água 1%. Após parasitar seis pulgões, a fêmea de *A. colemani* foi retirada da arena e outra fêmea foi liberada ($n = 10$ parasitóides por temperatura) reiniciando o processo até que fossem obtidas 60 ninfas parasitadas para cada temperatura a ser avaliada. Utilizaram-se ninfas nas quais a oviposição foi realizada no tórax ou no abdome. Os hospedeiros foram eliminados quando a oviposição ocorreu em outra parte de seu corpo ou quando eles foram apenas provados com o ovipositor e recusados pelo parasitóide, de acordo com metodologia proposta por Giri *et al.* (1982).

Utilizaram-se câmaras climatizadas nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e $31 \pm 1^\circ\text{C}$ com fotofase de 12h e $70 \pm 10\%$ de UR. Para evitar efeito da qualidade da planta no desenvolvimento do parasitóide, após período pré-estabelecido para cada temperatura, os pulgões foram transferidos para tubos de vidro (2,5 x 8,5cm) contendo novos discos foliares. Esses períodos foram de seis dias para as temperaturas de 16°C e 19°C , cinco dias para 22°C e 25°C e quatro dias para 28°C e 31°C . Após a emergência, os adultos foram transferidos para tubos de vidro (2,5 x 8,5cm) e mantidos individualizados na mesma temperatura de origem. Foram aderidas, às paredes dos tubos, gotas de mel a cada três dias, e de água, diariamente, até a morte dos adultos.

Foram avaliados para *A. colemani* em cada temperatura os períodos de desenvolvimento, da oviposição à formação da múmia e da oviposição à emergência; as porcentagens de mumificação, de emergência, de fêmeas e a sobrevivência total (porcentagem de parasitóides adultos emergidos em função do número de pulgões parasitados); e a longevidade. Ainda foram estimadas a temperatura base inferior de desenvolvimento (T_b) e constante térmica (K) do parasitóide.

Alterações no hospedeiro *A. gossypii* oriundas do parasitismo por *A. colemani*. Foram realizadas observações diárias para avaliar o estágio de desenvolvimento do pulgão quando houve formação de múmia, a porcentagem de pulgões que sobreviveram ao parasitismo, ou seja, aqueles em que não houve formação de múmias, a forma do corpo e a capacidade de produzir ninfas. Os hospedeiros que sobreviveram ao parasitismo foram dissecados para avaliar a presença de embriões em formação e de larvas do parasitóide no seu interior. As múmias das quais não

emergiram parasitoides foram dissecadas para avaliação do estágio de desenvolvimento do parasitóide em seu interior. Os pulgões foram dissecados aos 25, 18, 17, 17, 10 e 10 dias após a oviposição, respectivamente provenientes das temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 ± 1°C, e as múmias aos 30, 30, 23, 23 e 16 dias após o parasitismo para as mesmas temperaturas, excetuando-se 31°C. O estágio de desenvolvimento do parasitóide foi determinado utilizando-se descrições de imaturos feitas por Chorney & Mackauer (1979) e Monguí *et al.* (1986); na avaliação da sobrevivência das larvas do parasitóide, utilizou-se metodologia proposta por Hofsvang & Hagvar (1983) e Sampaio *et al.* (2001), baseada na coloração e movimentação das larvas.

Foram avaliadas as porcentagens de hospedeiros que sobreviveram ao parasitismo, que não apresentaram sintomas de parasitismo e que mumificaram na fase adulta.

Análise dos dados. Para todos os cálculos de porcentagem agruparam-se resultados correspondentes a 12 pulgões, ou seja, foram agrupados os pulgões parasitados por duas fêmeas de *A. colemani*, no total de cinco repetições por temperatura. Para os aspectos biológicos, em diferentes temperaturas, foi realizada a análise de variância e, quando significativa, a análise de regressão. O período de desenvolvimento da oviposição à emergência dos adultos e a longevidade dos parasitoides foram analisados em esquema fatorial 2 x 5 (dois sexos e cinco temperaturas). Para os resultados de porcentagem de pulgões que sobreviveram ao parasitismo e porcentagem de pulgões que não apresentaram sintomas de parasitismo foi utilizado teste de Tukey com comparação das médias. Para o número de machos e fêmeas em cada temperatura, relativos à razão sexual do parasitóide, foi realizado teste Qui-quadrado. Para todos os testes foi utilizado o nível de significância de 5%. No cálculo da temperatura base inferior (T_b) e constante térmica (K), foi utilizado o método da hipérbole, de acordo com metodologia de Campbell *et al.* (1974) e Haddad & Parra (1984).

Resultados

Desenvolvimento de *A. colemani*. Não houve interação significativa para o período de desenvolvimento de machos e fêmeas de *A. colemani* e a temperatura. Tanto o período de desenvolvimento de *A. colemani*, da oviposição à formação da múmia, como o da oviposição a adulto, diminuíram com o aumento da temperatura de 16°C para 25°C, e permaneceram estáveis em 25°C e 28°C (Fig. 1). O desenvolvimento, da oviposição à formação da múmia, foi de 11,9 ± 0,11, 9,8 ± 0,09, 7,7 ± 0,09, 6,4 ± 0,07 e 6,4 ± 0,08 dias para *A. colemani* parasitando *A. gossypii* nas temperaturas de 16, 19, 22, 25 e 28°C (Fig. 1). O período de desenvolvimento, da oviposição a adulto, não diferiu para machos e fêmeas de *A. colemani*, sendo de 19,4 ± 0,17, 16,2 ± 0,12, 12,6 ± 0,10, 10,5 ± 0,09 e 10,7 ± 0,19 dias a 16, 19, 22, 25 e 28°C, respectivamente (Tabela 1).

Porcentagens de parasitismo, de emergência, de fêmeas e sobrevivência total de *A. colemani*. As porcentagens de

mumificação e de emergência foram de 93,3 ± 1,83, 91,7 ± 1,67, 91,4 ± 0,08, 86,5 ± 1,88 e 73,3 ± 3,21% e de 89,7 ± 2,16, 94,2 ± 1,77, 94,5 ± 1,63, 86,4 ± 2,24 e 26,8 ± 3,39%, respectivamente, para as temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28°C. A porcentagem de fêmeas não diferiu, sendo de 57,6 ± 2,35, 56,5 ± 2,20, 64,7 ± 2,49, 41,9 ± 0,97 e 60,4 ± 6,58% respectivamente, para as mesmas temperaturas. Maior número de fêmeas de *A. colemani* foi encontrado a 22°C ($\chi^2 = 3,92$, $P \leq 0,05$), e mesmo número de machos e fêmeas nas demais temperaturas.

A sobrevivência total, ou seja, a porcentagem de adultos do parasitóide obtidos a partir do número de pulgões parasitados por *A. colemani* foi de 83,3 ± 2,04, 86,7 ± 2,79, 86,4 ± 1,44, 74,4 ± 1,92, 20,4 ± 2,58%, a 16, 19, 22, 25 e 28°C respectivamente (Fig. 2). Não houve formação de múmias a 31°C (Fig. 2).

Das múmias dissecadas, das quais não emergiram parasitoides, 80, 100, 100 e 90%, em 16, 19, 22 e 25°C, respectivamente, apresentavam larvas do parasitóide mortas durante ou logo após a fase destrutiva do hospedeiro; nesse processo a larva do parasitóide devora o pulgão, deixando apenas a cutícula que formará a múmia. Das múmias restantes, 20% e 10%, nas temperaturas de 16°C e 25°C, respectivamente, apresentavam pupas ou adultos do parasitóide. A 28°C, 79% das múmias dissecadas apresentavam o parasitóide morto em seu interior, sendo que destas 73% apresentavam a forma adulta do parasitóide e 6% larvas mortas na fase destrutiva. Os 21% restantes das múmias dissecadas, mantidas a 28°C, apresentavam larvas de quarto instar, aparentemente vivas, devido à coloração translúcida.

Longevidade de *A. colemani*. Não houve interação significativa para a longevidade de machos e fêmeas de *A. colemani* e a temperatura. A longevidade de *A. colemani* diminuiu com o aumento da temperatura, e foi de 21,3 ± 0,57, 18,4 ± 0,59, 14,1 ± 0,39, 8,3 ± 0,45 e 1,7 ± 0,14 dias a 16, 19, 22, 25 e 28°C respectivamente (Fig. 1), não havendo diferença significativa entre a longevidade de machos e fêmeas do parasitóide (Tabela 1).

Exigências térmicas. O parasitóide *A. colemani* apresentou temperatura base inferior de desenvolvimento (T_b) de 5,94°C e constante térmica (K) de 200 GD (Fig. 3).

Alterações no hospedeiro *A. gossypii* oriundas do parasitismo por *A. colemani*. A porcentagem de hospedeiros que sobreviveram ao parasitismo foi de 6,7; 5,0; 6,8; 8,3; 20,0 e 100% nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C respectivamente (Tabela 2). Desses hospedeiros, 5,0; 5,0; 8,3 e 2% a 16, 25, 28 e 31°C, respectivamente, e 0% a 19°C e 22°C apresentaram sintomas decorrentes do parasitismo, como aumento do volume do corpo, modificações na coloração e ausência de embriões em formação em seu interior. Para os demais hospedeiros que sobreviveram ao parasitismo, 1,7; 5,0; 6,8; 3,3; 11,7 e 98% provenientes das temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, respectivamente (Tabela 2), não foi possível detectar alterações causadas pelo parasitismo.

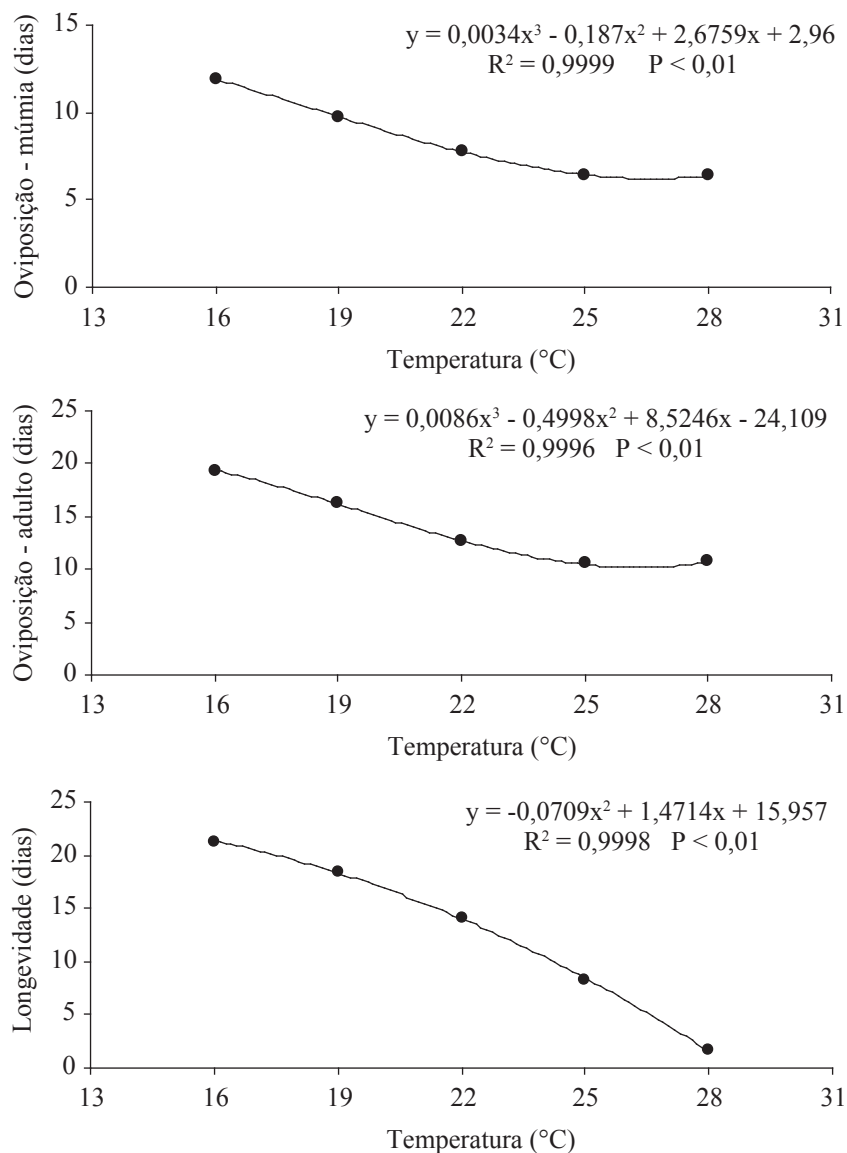


Fig. 1. Períodos de desenvolvimento, da oviposição à formação da múmia e da oviposição ao estágio adulto, e longevidade de *A. colemani* em diferentes temperaturas.

Tabela 1. Período de desenvolvimento e longevidade (média ± erro padrão) de machos e fêmeas de *A. colemani* em *A. gossypii* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Desenvolvimento			Longevidade		
	Macho	Fêmea	Total	Macho	Fêmea	Total
16	19,1 ± 0,24	19,7 ± 0,24	19,4 ± 0,17	21,9 ± 0,84	20,8 ± 0,79	21,3 ± 0,57
19	16,1 ± 0,19	16,4 ± 0,16	16,2 ± 0,12	18,9 ± 0,85	18,0 ± 0,82	18,4 ± 0,59
22	12,6 ± 0,17	12,7 ± 0,12	12,6 ± 0,10	14,1 ± 0,52	14,0 ± 0,55	14,1 ± 0,39
25	10,4 ± 0,10	10,7 ± 0,16	10,5 ± 0,09	7,8 ± 0,65	9,0 ± 0,54	8,3 ± 0,45
28	11,0 ± 0,32	10,4 ± 0,20	10,7 ± 0,19	1,8 ± 0,20	1,6 ± 0,20	1,7 ± 0,14
CV		5,98%			23,47%	

As médias de machos e fêmeas em cada temperatura não diferiram entre si pelo teste F a 5%.

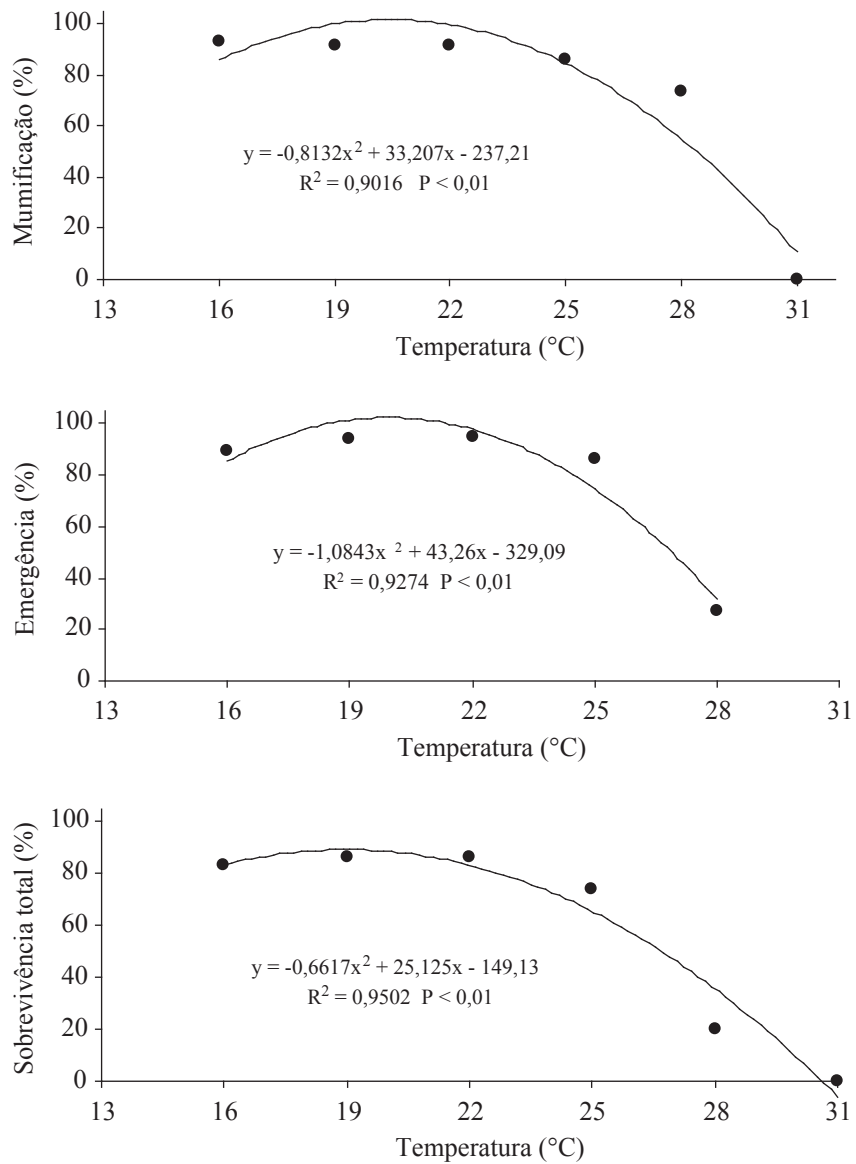


Fig. 2. Porcentagens de mumificação, de emergência e sobrevivência total (parasitóides adultos em função do número de pulgões parasitados) de *A. colemani* em diferentes temperaturas.

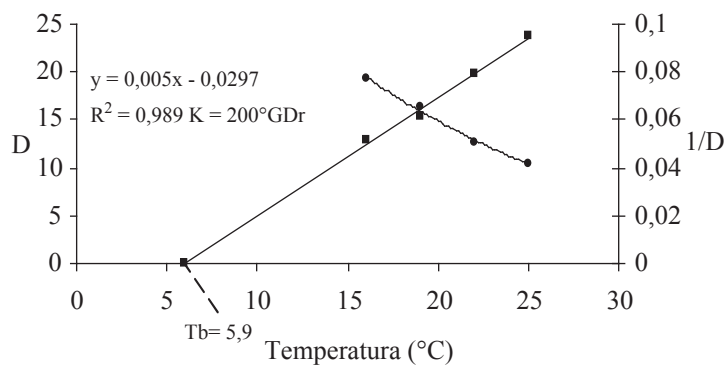


Fig. 3. Temperatura base (T_b) e constante térmica (K) de *A. colemani* em *A. gossypii*.

Tabela 2. Número de *A. gossypii* expostos ao parasitismo de *A. colemani* e mortos antes da mumificação, porcentagens de pulgões que sobreviveram ao parasitismo e não mumificaram, e de pulgões que não apresentaram sintomas de parasitismo, em diferentes temperaturas. (n = 60)

Temperatura (°C)	Mortos antes da mumificação	Que sobreviveram ao parasitismo (%)	Sem sintomas de parasitismo (%)
16	0,0	6,7 ± 1,83 a	1,7 ± 0,74 a
19	0,0	5,0 ± 1,49 a	5,0 ± 1,49 a
22	2,0	6,8 ± 0,76 a	6,8 ± 0,76 a
25	2,0	8,3 ± 1,67 a	3,3 ± 1,49 a
28	1,0	20 ± 2,53 a	11,7 ± 3,25 a
31	0,0	100,0 ± 0,00 b	98,0 ± 0,89 b

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A porcentagem de pulgões que não mumificaram após o parasitismo de *A. colemani* e que não apresentaram sintomas do parasitismo foi maior na temperatura de 31°C (Tabela 2). A essa temperatura, nenhum pulgão que foi dissecado apresentou larva do parasitóide em seu interior, mesmo os que apresentaram alterações em consequência do parasitismo.

Apenas a 28°C foram observadas larvas do parasitóide nos pulgões que sobreviveram ao parasitismo e que apresentavam sintomas de parasitismo. Essas larvas encontravam-se no 2° e 3° instares e estavam aparentemente vivas, devido à coloração translúcida.

A grande maioria dos pulgões atingiu a fase adulta antes que ocorresse a mumificação e a porcentagem de pulgões que mumificaram no estágio adulto aumentou com o incremento da temperatura (Fig. 4).

Discussão

O desenvolvimento de *A. colemani* diminuiu com o aumento da temperatura até estabilizar-se a 28°C. Steenis (1993) utilizando a mesma planta hospedeira nas temperaturas

de 20°C e 25°C e Elliot *et al.* (1994), plantas de algodão a 22°C, encontraram resultados semelhantes nas respectivas temperaturas para o desenvolvimento de *A. colemani* em *A. gossypii*. Porém, períodos de desenvolvimento superiores foram verificados por Toussidou *et al.* (1999) (14 e 12 dias a 20°C e 25°C, respectivamente) e por Sampaio *et al.* (2004) (14 dias a 21°C), ambos utilizando *M. persicae* como hospedeiro em plantas de pimentão. Variações na qualidade desses hospedeiros para *A. colemani* são levantadas por Steenis (1993) como a provável causa da diferença no tempo de desenvolvimento do parasitóide.

A formação de múrias, a emergência e a sobrevivência total de *A. colemani* foram altas até a temperatura de 25°C, diminuindo a 28°C, principalmente, pela não ocorrência de emergência de parasitóides nessa temperatura. Apesar de completar o ciclo biológico na temperatura de 28°C, vários parasitóides não emergiram, apresentando-se mortos na fase adulta no interior das múrias. Botto *et al.* (1988) encontraram o mesmo para *Aphidius ervi* Haliday a 29°C, ao dissecarem as múrias das quais não houve emergência de adultos. Toussidou *et al.* (1999) observaram diminuição da formação de múrias e emergência de *A. colemani* em temperaturas de 28°C e 30°C e, de acordo com Sampaio *et al.* (2005), somente

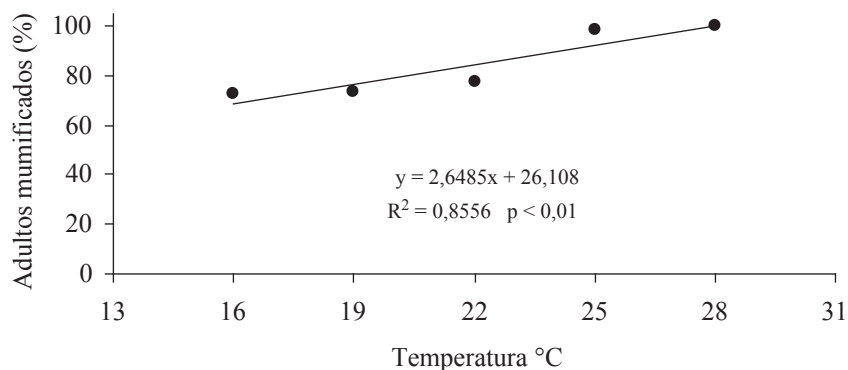


Fig. 4. Porcentagem de *A. gossypii* que mumificaram na fase adulta, depois de parasitados por *A. colemani*, em diferentes temperaturas.

alguns biótipos de *A. colemani* apresentam mumificação e emergência normais na temperatura de 28°C.

A porcentagem de fêmeas de *A. colemani* foi de cerca de 50%, semelhante ao obtido por Fernandez & Nentwig (1997), Heimpel & Lundgren (2000) e Sampaio et al. (2004), para quase todas as temperaturas, exceto a 22°C onde ocorreu maior número de fêmeas (64,7%) do que de machos, fato também constatado por Sampaio et al. (2004).

A longevidade do parasitóide diminuiu com o aumento da temperatura. No entanto, a longevidade de *A. colemani* foi maior a 19°C (18,4), 22°C (14,1) e 25°C (8,3) do que a encontrada por outros autores, como nove dias por Mongui et al. (1986) a 21°C, 5 dias por Shelt (1994) a 22°C, 5 e seis dias por Toussidou et al. (1999) a 20°C e 25°C respectivamente, quatro dias por Gonçalves-Gervásio et al. (2001) a 21°C e seis dias por Soglia et al. (2006) a 22°C. O fornecimento aos parasitóides de água na forma de gotículas diariamente e de mel, ao invés de apenas mel ou mel diluído (Bueno et al. 2006) e a qualidade do hospedeiro (Roitberg et al. 2001) são as causas mais prováveis da maior longevidade do parasitóide, em comparação com os dados da literatura.

A temperatura base inferior (5,94°C) e a constante térmica (200 GD) determinadas para o parasitóide *A. colemani* estão dentro dos intervalos de 2,19 - 7,5°C e 116 - 301 GD, normalmente encontrados para os parasitóides de pulgões da subfamília Aphidiinae (Elliot et al. 1995, Royer et al. 2001, Sampaio et al. 2003).

A regulação do hospedeiro pelo parasitóide é fundamental para o desenvolvimento de suas formas jovens (Vinson & Iwantsch 1980). Pulgões parasitados por *A. colemani* podem desenvolver-se em múmias, ou sobreviver, não permitindo assim o desenvolvimento do parasitóide. Quando sobrevivem ao parasitismo, podem apresentar algumas alterações, como corpo mais globoso, tegumento fino e incapacidade reprodutiva ou, mesmo não tendo essas alterações morfológicas, podem apresentar menor longevidade e fecundidade do que aqueles não parasitados (Tardieux & Rabasse 1988, Steenis & El-Kawass 1995).

Neste trabalho, a temperatura influenciou as porcentagens de pulgões que não apresentaram alterações devido ao parasitismo e chegaram a fase adulta antes da mumificação. De acordo com Digilio et al. (1998, 2000), pulgões que receberam apenas os fluidos das glândulas de veneno das fêmeas do parasitóide apresentaram alterações no formato do corpo e não foram capazes de reproduzir, mesmo sem o desenvolvimento do parasitóide. Porém, no presente trabalho, a 31°C não houve formação de múmias e a porcentagem de pulgões que não apresentaram sintomas de parasitismo aumentou, com 98% dos hospedeiros produzindo ninfas mesmo tendo sido parasitadas por *A. colemani*, demonstrando a dependência entre o desenvolvimento do parasitóide, as alterações ocasionadas nos pulgões parasitados e a temperatura. Esses resultados diferem daqueles encontrados por Steenis & El-Kawass (1995), nos quais as temperaturas de 20, 25 e 30°C não afetaram o número de *A. gossypii* que sobreviveram ao parasitismo de *A. colemani*.

A sobrevivência de *A. gossypii* ao parasitismo de *A. colemani*, no presente experimento, pode ter resultado da eliminação dos ovos do parasitóide pelo sistema imunológico do hospedeiro ou da não deposição dos ovos pela fêmea do

parasitóide, uma vez que não foram encontradas larvas do parasitóide na maioria dos pulgões que não mumificaram.

O encapsulamento de organismos pluricelulares é pouco freqüente em pulgões, e a principal defesa imunológica contra os parasitóides é a eliminação dos ovos, que não se desenvolvem (Carver & Sullivan 1988, Henter & Via 1995). O processo pelo qual o pulgão inviabiliza o ovo do parasitóide é ainda pouco conhecido (Ferrari et al. 2001). Em estudos com o parasitóide *A. ervi* e o pulgão *Acyrtosiphon pisum* (Harris) a proporção de ovos inviabilizados pelos pulgões variou entre indivíduos da população do parasitóide (Henter 1995) e da população do pulgão (Henter & Via 1995, Ferrari et al. 2001). Além disso, Christiansen-Weniger & Hardie (2000) não encontraram os ovos do parasitóide em 27% das oviposições de *A. ervi* em *A. pisum*, provavelmente pela não deposição dos mesmos em algumas das oviposições aparentes. Desta forma, a causa do não desenvolvimento dos parasitóides em alguns dos pulgões *A. gossypii* parasitados não pôde ser definida no presente experimento. No entanto, foi indiscutível a influência da temperatura no número de pulgões nos quais *A. colemani* não se desenvolveu.

Uma outra alteração encontrada por insetos parasitados é a permanência no estágio jovem até o final do desenvolvimento do parasitóide. Esse fenômeno está relacionado à regulação hormonal dos hospedeiros pelos parasitóides, os quais alteram as concentrações dos hormônios juvenil e ecdisteróides (Beckage & Gelman 2004). Geralmente, quando os pulgões são parasitados nos dois primeiros instares, eles mumificam no último estágio ninfal, não chegando à fase adulta (Statý 1988). No presente experimento, apesar de *A. gossypii* ter sido parasitada no 2º instar, a maioria dos pulgões mumificaram após atingir a fase adulta e o aumento da temperatura aumentou a porcentagem de hospedeiros mumificados como adultos.

Assim, as alterações dos hospedeiros causadas por *A. colemani* são dependentes da temperatura, sendo minimizadas em temperaturas mais altas, nas quais o parasitóide sofre efeitos deletérios, como a queda na emergência. No geral, *A. colemani* apresentou-se bem adaptada a temperaturas até 25°C, sendo 22°C a temperatura mais adequada para o seu desenvolvimento em função do seu período de desenvolvimento, razão sexual e emergência.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Lúcia A. Mendonça pela ajuda nas análises estatística e a FAPEMIG pelo suporte financeiro. O primeiro e o segundo autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de estudo.

Referências

- Beckage, N.E. & D.B. Gelman. 2004. Wasp parasitoid disruption of host development: Implications for new biologically based strategies for insect control. *Annu. Rev. Entomol.* 49: 299-330.
- Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1989. Espécies de *Thrichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. *Pesq. Agropec. Bras.* 24: 929-940.

- Botto, E.N., D. González & T. Bellows. 1988. Effect of temperature on some biological parameters of two populations of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), p. 367-377. In V.K. Gupta (ed.), Advances in parasitic Hymenoptera research. Leiden and New York, Hardcover, 546p.
- Bueno, V.H.P., M.V. Sampaio, J.C. van Lenteren, B.F. De Conti, R.J. Silva, S.M.M. Rodrigues & A.B. Carnevale. 2006. Evaluation of two aphid parasitoids as candidates for biocontrol of aphid pests in protected cultivation in Brazil. IOBC WPRS Bull. 29: 175-180.
- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilert, A.P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11: 431-438.
- Carver, M. & D.J. Sullivan. 1988. Encapsulative defence reactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) to insect parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae and Aphelinidae), p.209-303. In E. Niemczyk & A.F.G. Dixon (eds.), Ecology an effectiveness of aphidophaga, The Hague, SPB Academic Publishing, 339p.
- Chorney, R.J. & M. Mackauer. 1979. The larval instars of *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphidiidae). Can. Entomol. 111: 631-634.
- Christiansen-Weniger, P. & J. Hardie. 2000. The influence of parasitism on wing development in male and female pea aphids. J. Insect Physiol. 46: 861-867.
- Digilio, M.C., F. Pennacchio & E. Tremblay. 1998. Host regulation effects of ovary fluid and venom by *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). J. Insect Physiol. 44: 779-784.
- Digilio, M.C., N. Isidoro, E. Tremblay & F. Pennacchio. 2000. Host castration by *Aphidius ervi* venom proteins. J. Insect Physiol. 46: 1041-1050.
- Elliott, N.C., B.W. French, J.D. Burd, S.D. Kindler & D.K. Reed. 1994. Parasitism, adult emergence, sex ratio, and size of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) on several aphid species. Gt. Lakes Entomol. 27: 137-142.
- Elliot, N.C., J.D. Burd, S.D. Kindler & J.H. Lee. 1995. Temperature effects on development of three cereal aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae). Gt. Lakes Entomol. 28: 137-142.
- Fernandez, C. & W. Nentwig. 1997. Quality control of the parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) on several aphid species. J. Appl. Entomol. 121: 447-456
- Ferrari, J., C.B. Müller, A.R. Kraaijeveld & H.C.J. Godfray. 2001. Clonal variation and covariation in aphid resistance to parasitoids and a pathogen. Evolution: 55: 1805-1814.
- Flinn, P.W. & D.W. Hagstrum. 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 38: 185-190.
- Giri, M.K., B.C. Pass, K.V. Yergan & J.C. Parr. 1982. Behavior, net reproduction, longevity, and mummy-stagy survival of *Aphidius matricariae* (Hym. Aphidiidae). Entomophaga 27: 147-153.
- Gonçalves-Gervásio, R.C.R., L.V.C. Santa-Cecília, V.L. Carvalho, C.M. Kato, L.V. Foureaux & M.G. Campelo. 2001. Efeito da idade da fêmea de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) no parasitismo de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae). Rev. Ceres 48: 277-283.
- Haddad, M.L. & J.R.P. Parra. 1984. Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos. Piracicaba, FEALQ, 45p.
- Heimpel, G.E. & J.G. Lundgren. 2000. Sex ratio of commercially reared biological control agents. Biol. Control 19: 77-93.
- Henter, H.J. 1995. The potential for coevolution in a host-parasitoid system. II. Genetic variation within a population of wasp in the ability to parasitized an aphid host. Evolution 49: 439-445.
- Henter, H.J. & S. Via. 1995. The potential for coevolution in a host-parasitoid system. I. Genetic variation within an aphid in susceptibility to a parasitic wasp. Evolution 49: 427-438.
- Hofsvang, T. & E. Hagvar. 1983. Superparasitism and host discrimination by *Ephedrus cerasicola* (Hym.: Aphidiidae), an aphidiid parasitoid of *Myzus persicae* (Hom.: Aphidiidae). Entomophaga 28: 379-386.
- Monguí, H.B., J.E. Lague & J. Escobar. 1986. Biología de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Apidiidae) parasitóide de *Myzus persicae* (Homoptera: Apididae) en crisantemos de la sabana de Bogotá. Rev. Colomb. Entomol. 12: 46-53.
- Royer, T.A., K.L.Giles, S.D. Kindler & N.C. Elliott. 2001. Developmental response of three geographic isolates of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) to temperature. Environ. Entomol. 30: 637-641.
- Roitberg, B.D., G. Boivin & L. Vet. 2001. Fitness, parasitoids, and biological control: An opinion. Can. Entomol. 133: 429-438.
- Sampaio, M.V., V.H.P. Bueno & J.C. van Lenteren. 2001. Preferência de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Neotrop. Entomol. 30: 655-660.
- Sampaio, M.V., V.H.P. Bueno, S.M.M. Rodrigues & M.C.M. Soglia. 2003. Thermal requirements of three populations of *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). IOBC WPRS Bull. 26: 85-88.
- Sampaio, M.V., V.H.P. Bueno, S.M.M. Rodrigues & M.C.M. Soglia. 2004. The effect of competition among host aphids for food on development time of *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae), p.371-374. In J.C. Simon, C.A. Dedryver, C. Rispe & M. Hullé (ed.), Aphids in a new millennium. Versailles, INRA, 549p.
- Sampaio, M.V., V.H.P. Bueno, S.M.M. Rodrigues & M.C.M. Soglia. 2005. Resposta à temperatura de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) originário de três regiões climáticas de Minas Gerais, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 49: 141-147.
- Schelt, J. van. 1994. The selection and utilization of parasitoids for aphid control in glasshouses. Proc. Sect. Exp. Appl. Entomol. Neth. Entomol. Soc. (N.E.V.) 5: 151-157.

- Soglia, M.C.M., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2002. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. *Neotrop. Entomol.* 31: 211-216.
- Soglia, M.C.M., V.H.P. Bueno, M.V. Sampaio, S.M.M. Rodrigues & C.A.S. Ledo. 2006. Desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em duas cultivares de crisântemo. *Neotrop. Entomol.* 35: 364-370.
- Starý, P. 1988. Aphidiidae, p.171-184. In A.K. Minks & P. Harrewijn (eds.), *Aphids: Their biology, natural enemies and control*, 2B, Amsterdam, Elsevier, 364p.
- Starý, P. & M. Cermeli. 1989. Parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae) de áfidos en plantas cultivadas de Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.* 5: 77-80.
- Starý, P., M. Gerding, H. Norambuena & G. Remaudière. 1993. Environmental research on aphid parasitoid biocontrol agents in Chile (Hym., Aphidiidae; Hom., Aphidoidea). *J. Appl. Entomol.* 115: 292-306.
- Steenis, M.J. van. 1993. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* (Glov.) (Hom., Aphididae), at different temperatures. *J. Appl. Entomol.* 116: 192-198.
- Steenis, M.J. van & K.A.M.H. El-Kawass. 1995. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: Influence of temperature, host plant, and parasitism. *Entomol. Exp. Appl.* 76: 121-131.
- Suverkropp, B.P., F. Bigler & J.C. van Lenteren. 2001. Temperature influences walking speed and walking activity of *Trichogramma brassicae* (Hym., Trichogrammatidae). *J. Appl. Entomol.* 125: 303-307.
- Tardieux, I. & J.M. Rabasse. 1988. Some aspects of host immunity and physiological suitability in aphids attacked by *Aphidius colemani*, p.311-315. In E. Niemczyk & A.F.G. Dixon (eds.), *Ecology and effectiveness of aphidophaga*, The Hague, SPB Academic Publishing, 339p.
- Toussidou, M., M.C. Williams & S. Leather. 1999. Life history parameters of *Aphidius colemani* (Hym.: Aphidiidae) on sweet pepper in different temperature regimes. *IOBC WPRS Bull.* 22: 255-258.
- Vinson, S.B. & G.F. Iwantsch. 1980. Host suitability for insect parasitoids. *Annu. Rev. Entomol.* 25: 397-419.

Received 28/VII/06. Aceito em 26/X/06.
