

BIOLOGICAL CONTROL

Influência da Temperatura no Desenvolvimento e Parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

SANDRA M.M. RODRIGUES, VANDA H.P. BUENO, MARCUS V. SAMPAIO E MARIA C. DE M. SOGLIA

Neotropical Entomology 33(3):341-346 (2004)

Depto. Entomologia, Universidade Federal de Lavras, C. postal 37, 37200-000, Lavras, MG
e-mail: smmrodrigues@hotmail.com, vhpbueno@ufla.br

Influence of the Temperature on the Development and Parasitism of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) Reared on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

ABSTRACT - The temperature is among the abiotic factors that directly affect the developmental time and behavior of insects. The adaptability to climatic conditions is a key point for the success of mass-rearing and establishment of parasitoids in biological control programs. The objective of this study was to evaluate the developmental time and parasitism of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) on *Aphis gossypii* Glover as host in different temperatures. The tests were carried out in climatic chambers at 15, 20, 25 and 30 ± 1°C, 60 ± 10% RH and 10h photophase. Parasitized nymphs of *A. gossypii* were kept individualized in petri dishes (6 cm of diameter) on a leaf disk (2 cm diameter) of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) 'Yellow Snowdon' cultivar on a layer of agar. The developmental time of *L. testaceipes* was 26.9, 14.8, 11.3 and 12.2 days at 15, 20, 25 and 30°C, respectively. Parasitism rates were 76, 68, 65 and 40% at 15, 20, 25 and 30°C, and emergence rates were 80, 61, 62 and 14% at these temperatures. The combination of a low developmental time (11.3 days) and parasitism and emergency higher than 60% occurred at 25°C, indicating that this temperature could be the most adequate for reproduction and establishment of *L. testaceipes* as a biological control agent of *A. gossypii* in protected cultivation.

KEY WORDS: Biology, cotton aphid, parasitoid rearing, biological control

RESUMO - A temperatura está entre os fatores abióticos que influenciam o desenvolvimento e o comportamento dos insetos. A adaptabilidade às condições climáticas é um dos pontos chaves para o sucesso da multiplicação e estabelecimento de parasitóides em programas de controle biológico. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e o parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) em diferentes temperaturas, tendo como hospedeiro *Aphis gossypii* Glover. Os testes foram conduzidos em câmaras climáticas nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30 ± 1°C, 60 ± 10% UR e fotofase de 10h. Cada ninfa hospedeira parasitada foi individualizada em placa de Petri (6 cm de diâmetro), contendo uma camada de agar-água e um disco foliar (2 cm de diâmetro) de crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) cultivar 'Yellow Snowdon'. O período de desenvolvimento de *L. testaceipes* foi de 26,9; 14,8; 11,3 e 12,2 dias nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente, e a porcentagem de emergência foi de 80, 61, 62 e 14% nas mesmas temperaturas. A taxa de parasitismo foi de 76, 68, 65 e 40% nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. A combinação do menor período de desenvolvimento e da porcentagem de parasitismo e de emergência maiores que 60%, encontrados a 25°C, indicam que essa temperatura é a mais indicada para multiplicação e estabelecimento de *L. testaceipes* como agente de controle biológico de *A. gossypii* em ambientes protegidos.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia, pulgão-do-algodoeiro, criação de parasitóide, controle biológico

A temperatura é um dos fatores abióticos que influenciam a velocidade de desenvolvimento, comportamento, alimentação, fecundidade e dispersão dos insetos (Andrewartha & Birch 1954). O calor é capaz de aumentar a sua temperatura corporal em níveis que podem ser letais e,

portanto, a exposição diária a temperaturas muito altas é uma ameaça à sua sobrevivência (Denlinger & Yocum 1998).

A temperatura na qual os insetos são expostos nos estágios embrionário e pós-embrionário influencia diretamente a taxa de desenvolvimento dos mesmos. Para a

maioria das espécies a faixa tolerável está entre 10°C e 38°C; e com o incremento da temperatura até um determinado limite, a taxa de desenvolvimento e a duração em um estágio específico diminuem (Pedigo & Zeiss 1996). Insetos entomófagos freqüentemente apresentam a temperatura ótima diferente daquela de seu hospedeiro ou presa, e podem tornar-se agentes de controle biológico ineficazes em condições desfavoráveis (Horn 1998). A adaptabilidade às condições climáticas está entre os fatores-chaves, influenciando o sucesso de parasitoides em programas de controle biológico.

O endoparasitóide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) tem como hospedeiros diversas espécies de pulgões-praga, como *Toxoptera citricidus* (Kirkaldi), *Aphis gossypii* Glover e *Schizaphis graminum* (Rondani) (Michaud & Browning 1999, Rodrigues & Bueno 2001). Esse afidiíneo parasita todos os estágios dos pulgões, exceto os ovos, e não demonstra preferência por instares específicos do hospedeiro (Starý 1988, Hågvar & Hofsvang 1991), contribuindo, assim, para suprimir populações de pulgões por meio da mortalidade direta causada pelo parasitismo e pela redução na taxa reprodutiva dos hospedeiros (Kring & Kring 1988, Starý 1988). *L. testaceipes* está amplamente distribuído nas regiões Neártica e Neotropical do Novo Mundo (Starý 1989), sendo uma das espécies de afidiíneo dominantes na América do Sul e com grande potencial para uso em controle biológico de pulgões. Segundo Rochat (1997) esse parasitóide coloniza espontaneamente casas-de-vegetação, desde que haja condições apropriadas, especialmente a temperatura, para o seu estabelecimento e desenvolvimento.

Várias características biológicas de *L. testaceipes*, como parasitismo e desenvolvimento em diferentes espécies de pulgões hospedeiros (Rodrigues e Bueno 2001, Rodrigues et al. 2001, Carnevale et al. 2003) e fecundidade (Rodrigues et al. 2003), vêm sendo estudadas no Brasil e demonstraram o potencial desse parasitóide para o controle de *A. gossypii* em ambientes protegidos. Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e o parasitismo de *L. testaceipes* em diferentes temperaturas, tendo como hospedeiro *A. gossypii*.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA - MG, em câmaras climáticas reguladas a 15, 20, 25 e 30 ± 1°C, 60 ± 10% UR e 10 horas de fotofase. As temperaturas, umidade relativa e fotofase utilizadas nesta pesquisa referem-se àquelas observadas ao longo do ano no interior das casas-de-vegetação, nas quais são cultivados crisântemos de corte comercial.

O material vegetal e os insetos utilizados no experimento foram obtidos de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar "Yellow Snowdon". As folhas foram coletadas na região mediana das plantas em fase vegetativa de crescimento, isentas do uso de produtos fitossanitários, provenientes de canteiros de uma casa-de-vegetação, situada na Fazenda Terra Viva - Grupo Schoenmaker (Santo Antonio de Posse - SP). As criações dos pulgões e dos parasitoides foram mantidas em câmaras climáticas a 25 ± 1°C, 60 ± 10% UR e 10h de fotofase.

Criação de *A. gossypii*. No laboratório, *A. gossypii* foi multiplicado em folhas de crisântemo, da mesma cultivar utilizada no experimento, acondicionadas em copos plásticos (60 ml) contendo cerca de 30 ml de água. As folhas foram fixadas nos copos por um disco de isopor (4,5 cm de diâmetro) e trocadas quando necessário. Os copos foram mantidos em recipientes plásticos (0,2 x 0,2 x 0,3 m) vedados com tela fina de organza, fixada por um elástico e colocados em câmara climática. Para a obtenção das ninfas, fêmeas ápteras adultas de *A. gossypii*, oriundas da criação de manutenção, foram colocadas sobre folhas de crisântemo. Três dias depois, as fêmeas foram retiradas e as ninfas resultantes utilizadas no experimento.

Criação de *L. testaceipes*. Pulgões *A. gossypii* parasitados por *L. testaceipes* foram coletados em plantas de crisântemo e as múmias foram transferidas para o laboratório, onde foram individualizadas em cápsulas de gelatina (tamanho 00) e mantidas em câmaras climáticas.

Os parasitoides emergidos foram sexados com o auxílio de um microscópio estereoscópico. Para o parasitismo, fêmeas acasaladas foram colocadas em contato com colônias de *A. gossypii*, presentes em folhas de crisântemo, da mesma maneira descrita para a criação dos pulgões. Como alimento para os parasitoides adultos foi fornecida uma solução de mel (20%), distribuída na forma de gotas nas paredes dos recipientes. Os parasitoides utilizados no experimento foram provenientes dessa criação.

Desenvolvimento e Parasitismo de *L. testaceipes* em Diferentes Temperaturas. Uma fêmea do parasitóide, previamente acasalada, com 24h a 36h de idade e alimentada com solução de mel (20%), foi colocada em uma placa de Petri (6 cm de diâmetro) contendo quatro ninfas de 3º instar de *A. gossypii* para oviposição.

Após serem atacadas uma vez pelo parasitóide, as ninfas hospedeiras foram individualizadas em placas de Petri (6 cm de diâmetro), contendo um disco foliar (2 cm de diâmetro) de crisântemo, disposto em uma camada de agar-água (1%). As placas de Petri foram vedadas com filme de PVC perfurado, e mantidas em câmaras climáticas reguladas para 15, 20, 25 e 30 ± 1°C, 60 ± 10% UR e 10h de fotofase. O disco foliar foi trocado quando necessário.

Após a formação das múmias, estas foram individualizadas em tubos de ensaio (10 cm x 1 cm de diâmetro) vedados com filme de PVC. Foram colocadas gotas de solução de mel (20%) como alimento aos parasitoides adultos, em pequenas tiras de papel de filtro. As múmias que não originaram adultos foram dissecadas para observação do estágio de desenvolvimento do parasitóide e mortalidade. Também foram feitas observações quanto à presença de deformidades nos parasitoides adultos.

Foram avaliados os períodos de desenvolvimento da oviposição à formação da múmia, da formação da múmia à emergência e da oviposição à emergência do adulto; o parasitismo por meio da porcentagem de múmias formadas; a porcentagem de emergência; a razão sexual e a longevidade.

Análise Estatística. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro

tratamentos e 30 repetições. Cada repetição foi composta por quatro pulgões supostamente parasitados. Antes de se proceder à análise de variância, os dados referentes a mumificação (%) e emergência (%) foram transformados em arco-seno $\sqrt{(x/100)}$ e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A razão sexual foi analisada pelo teste do χ^2 .

Resultados e Discussão

Desenvolvimento de *L. testaceipes* em *A. gossypii*. O desenvolvimento de *L. testaceipes*, compreendido da oviposição até a formação da múmia, foi influenciado pela temperatura e seguiu um modelo quadrático (Fig. 1A). A duração desse período (média \pm erro padrão) foi de $16,3 \pm 0,16$; $9,8 \pm 0,17$; $7,6 \pm 0,13$ e $7,5 \pm 0,33$ dias nas temperaturas de

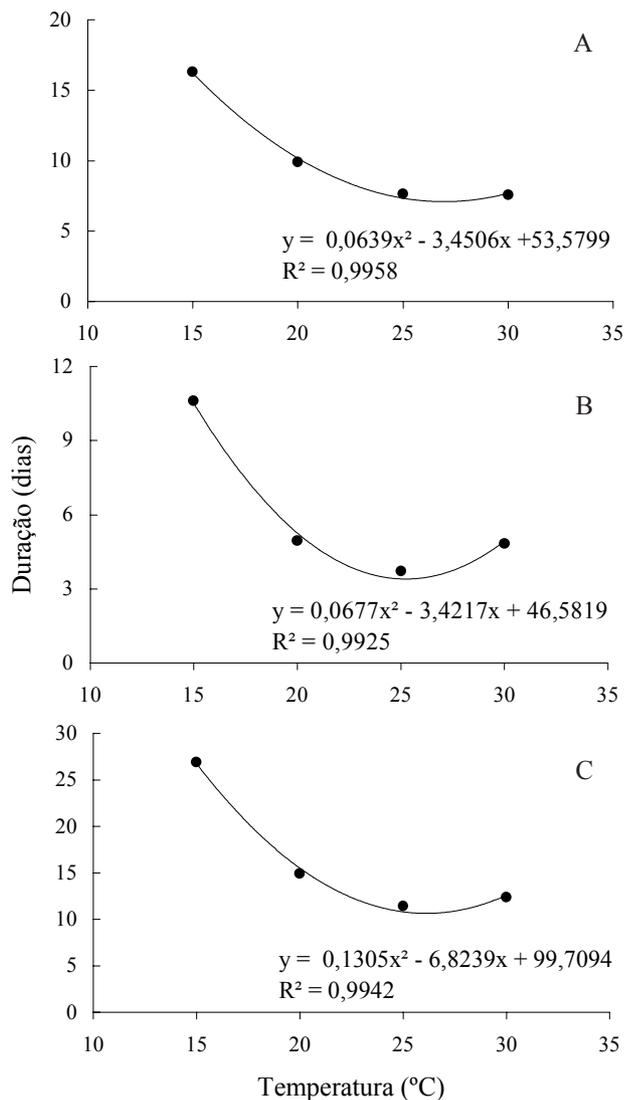


Figura 1. Desenvolvimento (dias) da oviposição à formação da múmia (A), da formação da múmia à emergência (B) e da oviposição à emergência (C) de *L. testaceipes* em *A. gossypii* em função de quatro temperaturas, $60 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 10h.

15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. Foi constatado um decréscimo desse período à medida que a temperatura aumentou, no intervalo entre 15°C e 25°C, e estabilizando no intervalo de 25°C e 30°C (Fig. 1A). O desenvolvimento de *L. testaceipes*, da formação da múmia à emergência, também foi influenciado pelas diferentes temperaturas e seguiu um modelo quadrático (Fig. 1B). Após a formação da múmia *L. testaceipes* levou mais tempo para emergir a 30°C (4,8 dias) do que a 25°C (3,7 dias). Nas temperaturas 20°C (5 dias) e 30°C (4,8 dias) não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O tempo de desenvolvimento do parasitóide da oviposição à emergência também seguiu um modelo de natureza quadrática (Fig. 1C), frente às diferentes temperaturas analisadas. Foi observado para as temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C um período de desenvolvimento de $26,9 \pm 0,22$; $14,8 \pm 0,23$; $11,3 \pm 0,18$ e $12,2 \pm 0,20$ dias, respectivamente.

O desenvolvimento de *L. testaceipes* da oviposição à emergência a 15°C (26,9 dias) e 20°C (14,8 dias) foi semelhante ao relatado por Tang & Yokomi (1995), que obtiveram para *L. testaceipes* sobre *T. aurantii* 25 e 15 dias, respectivamente a 15°C e 21°C. No entanto, o desenvolvimento observado a 25°C (11,3 dias) foi diferente daquele obtido por Royer *et al.* (2001), que utilizaram *S. graminum* como hospedeiro a 26°C (8,9 dias), e por Carnevale *et al.* (2003) em *A. gossypii* a 25°C (8,8 dias), tendo algodão como planta hospedeira.

O parasitóide *L. testaceipes* apresenta um amplo espectro de pulgões hospedeiros, presentes em várias plantas cultivadas e não cultivadas. Assim, é provável que a diferença no ciclo biológico do parasitóide esteja relacionada à qualidade das espécies de pulgões e das plantas hospedeiras. O ciclo biológico de *A. gossypii* a 25°C é menor (15,8 dias) quando ele se desenvolve sobre plantas de algodão (Xia *et al.* 1999) do que sobre crisântemo (20 dias) (Soglia *et al.* 2002). Assim, em um sistema tritrófico envolvendo planta-pulgão-parasitóide, as qualidades da planta e do pulgão hospedeiro influenciam as diversas características biológicas dos parasitóides. De acordo com Hågvar (1991) há uma complexa interação na associação planta-pulgão-parasitóide com participação no nível intraespecífico de todos os integrantes da associação.

Parasitismo de *L. testaceipes* em *A. gossypii*. A porcentagem de múmias formadas contendo *L. testaceipes*, em função da temperatura seguiu um modelo de natureza linear (Fig. 2A). Nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C obteve-se, respectivamente, taxas de parasitismo de 76, 68, 65 e 40%. A diferença detectada no parasitismo de *L. testaceipes* em *A. gossypii*, ou seja, na porcentagem de múmias formadas entre as diferentes temperaturas pode estar relacionada com a quantidade de calor resultante da temperatura constante que interfere nos processos fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento do inseto (Campbel *et al.* 1974, Denlinger & Yocum 1998). As temperaturas elevadas também são capazes de alterar o ambiente celular, causando a desnaturação das proteínas, o que por sua vez resultará em injúrias à molécula de DNA ou às enzimas, acarretando, portanto, na formação de substâncias tóxicas que levam o inseto à morte (Horn

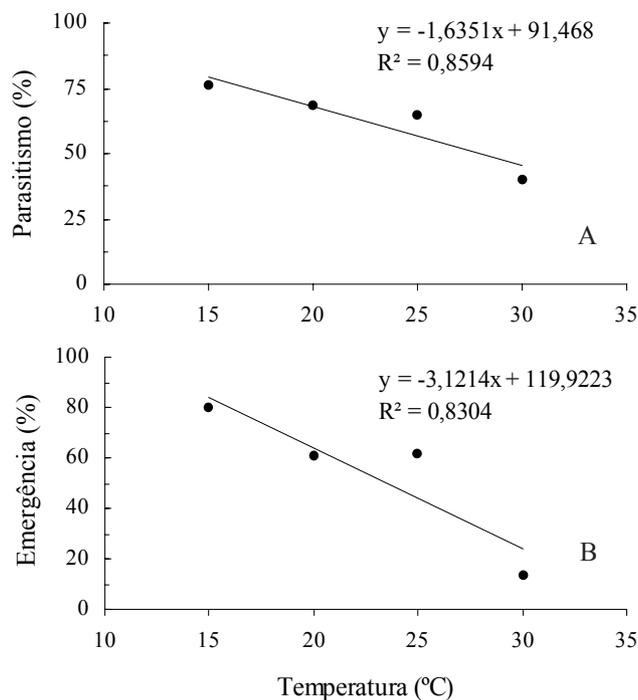


Figura 2. Porcentagens de parasitismo (A) e de emergência (B) de *L. testaceipes* em *A. gossypii* em função de quatro temperaturas, 60 ± 10% de UR e fotofase de 10h.

1998). Mesmo em temperaturas adequadas ao desenvolvimento do parasitóide, é de se esperar que em uma parte dos pulgões atacados, o ovo do parasitóide não se desenvolva (Henter & Via 1995).

Emergência, Mortalidade e Razão Sexual de *L. testaceipes*.

A emergência de *L. testaceipes* em função da temperatura seguiu um modelo linear, decrescendo significativamente com o aumento da temperatura (Fig. 2B). Foram verificadas nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C emergências de 80%, 61%, 62% e 14%, respectivamente. A 30°C foi observada baixa emergência (14%) de *L. testaceipes*, demonstrando que essa temperatura foi prejudicial ao desenvolvimento dos parasitóides. Kring & Kring (1988) relatam que quando o pulgão *S. graminum* foi mantido em uma faixa de temperatura de 28°C a 32°C, não houve emergência de *L. testaceipes*.

A porcentagem de emergência observada a 25°C (62%) foi inferior à referida por Rodrigues & Bueno (2001) que obtiveram, na mesma temperatura, 100% e 95% de emergência quando *L. testaceipes* teve como hospedeiros os pulgões *S. graminum* em sorgo e *A. gossypii* em pimentão, respectivamente. O que pode estar relacionado ao tipo de planta hospedeira utilizada pelo pulgão. A planta como fonte de alimento afeta o tamanho, o período de desenvolvimento e a sobrevivência dos herbívoros, e conseqüentemente, dos inimigos naturais que se alimentam de tais herbívoros. Fox et al. (1990) mencionam que uma variação no conteúdo de nutrientes da planta e da composição química pode ser de grande importância para a reprodução e crescimento de inimigos naturais, especialmente parasitóides.

Quanto à mortalidade observada por meio da dissecação

de múmias, verificou-se que do total de múmias formadas a 15°C, 20°C e 25°C morreram no estágio de pupa e adulto 19, 33 e 31% dos parasitóides, respectivamente. Já a 30°C, 31% morreram no estágio de pupa e adulto e 26% no estágio de larvas de quarto instar, totalizando 57% de mortalidade.

Hight et al. (1972) verificaram que em apenas 5% das múmias de *S. graminum* contendo *L. testaceipes* não houve emergência a 21°C. Porém, 45% de mortalidade foi observada por Tang & Yokomi (1995) quando este parasitóide foi desenvolvido em *T. aurantii*, a 30°C. A mortalidade de parasitóides dentro do pulgão hospedeiro pode ocorrer por várias razões. Segundo Starý (1989), em certas condições, a larva do parasitóide pode não completar seu desenvolvimento e morrer antes da formação da múmia, ocorrendo também, mortalidade do pulgão hospedeiro. Esta situação, de acordo com o autor, pode ser denominada de parasitismo incompleto.

A razão sexual observada para *L. testaceipes* foi de 0,35, 0,43, 0,45 e 0,54 para as temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C, respectivamente. O número de fêmeas foi menor que o de machos na temperatura de 15°C ($\chi^2=6,72$, $P \leq 0,01$), sendo que nas demais temperaturas não houve diferença significativa. De acordo com Shukla & Tripathi (1993) em afidiíneos a razão sexual tende para fêmeas, com a ocorrência de 60% a 70%, mas pode depender das condições ambientais, do tamanho e da densidade do hospedeiro.

Não foi observada influência da temperatura na ocorrência de deformidades em parasitóides adultos.

Longevidade de *L. testaceipes*. Foi detectada interação significativa para a longevidade de *L. testaceipes* entre o sexo e a temperatura. A longevidade para ambos os sexos seguiu um modelo quadrático, reduzindo com o aumento da temperatura (Fig. 3). As fêmeas apresentaram longevidade média de 12,3; 6,0; 3,5 e 2,0 dias, e os machos 10,4; 5,4; 3,1 e 2,2 dias a 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. Com relação ao efeito da temperatura sobre a longevidade dos machos e fêmeas dentro de cada temperatura, observou-se que apenas a 15°C a longevidade dos machos (10,4) diferiu da longevidade das fêmeas (12,3) (Tabela 1).

A temperatura é um dos fatores abióticos que compõem o clima de um determinado lugar e, quando se deseja que um inimigo natural se estabeleça e seja efetivo em uma determinada área, o conhecimento quanto a esse fator ecológico é um requisito importante. Hågvar (1991) relata que muitos inimigos naturais não se estabelecem e tornam-se ineficazes em condições ambientais inadequadas.

A duração do desenvolvimento e a taxa reprodutiva são características ecológicas chaves que influenciam a dinâmica de populações de pragas e inimigos naturais, e ambas dependem da temperatura. Segundo Soglia et al. (2002), que também utilizaram pulgões *A. gossypii* em plantas de crisântemo da cultivar "Yellow Snowdon", a 25°C essa espécie apresentou período ninfal de 7,6 dias e período pré-reprodutivo de 0,69 dias. Portanto, *A. gossypii* levou cerca de 8,3 dias do primeiro instar até a produção da primeira ninfa. Comparando esse dado com o tempo de que *L. testaceipes* necessitou para formar a múmia a 25°C (7,6 dias), pode-se inferir que o parasitóide ao ovipositar em uma ninfa

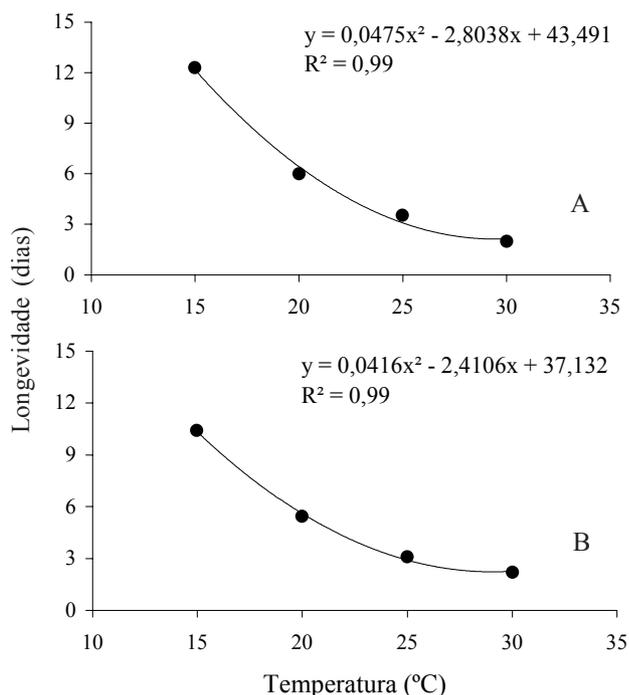


Figura 3. Longevidade (dias) de fêmeas (A) e machos (B) de *L. testaceipes* alimentado com solução de mel (20%) em função de quatro temperaturas, 60 ± 10% de UR e fotofase de 10h.

de primeiro ínstar de *A. gossypii* é capaz de matá-la antes que ela se desenvolva e produza a sua primeira ninfa. Também, de acordo com Kring & Kring (1988) e Starý (1988), deve-se levar em consideração que os pulgões hospedeiros quando são parasitados até o terceiro ínstar não produzem descendentes, pois os embriões são consumidos pela larva do parasitóide e alguns dias antes de mumificarem os pulgões param de se alimentar, não mais debilitando a planta hospedeira.

Na avaliação de *L. testaceipes* quanto ao seu desenvolvimento e parasitismo em *A. gossypii*, os resultados evidenciaram que a 25°C foi obtido o menor período de desenvolvimento e também, porcentagem de emergência e taxa de parasitismo maior que 60%. Dentro da faixa analisada, a temperatura de 25°C é, portanto, a mais indicada para o desenvolvimento desse parasitóide, devendo ser considerada para a multiplicação de *L. testaceipes* como agente de controle biológico para suprimir populações de *A. gossypii* em ambientes protegidos, onde existem maiores facilidades quanto ao controle das condições ambientais.

Tabela 1. Longevidade (dias) de fêmeas e machos de *L. testaceipes* alimentados com solução de mel (20%), em quatro temperaturas, 60 ± 10 de UR e fotofase de 10h.

Sexo	Temperatura (°C)							
	15		20		25		30	
		n		n		n		n
Fêmea	12,3 ± 0,59A	18	6,0 ± 0,46A	16	3,5 ± 0,30A	16	2,0 ± 0,45A	5
Macho	10,4 ± 0,34B	24	5,4 ± 0,24A	19	3,1 ± 0,17A	19	2,2 ± 0,37A	5
CV%	23,72							

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo Teste de F (P = 0,01).

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo número 470705/01-9) e à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelas bolsas de estudo aos autores.

Literatura Citada

- Andrewartha, H.G. & L.C. Birch. 1954.** The innate capacity for increase in numbers, p31-54. In H.G. Andrewartha & L.C. Birch (eds.), The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press. 782p.
- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974.** Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11: 431-438.
- Carnevale, A.B., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2003.** Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). Neotrop. Entomol. 32: 293-297.
- Denlinger, D.L. & G.D. Yocum. 1998.** Physiology of heat sensitivity, p. 7-57. In G.J. Hallman & D.L. Denlinger (eds.), Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management. Boulder, Westview Press, 311p.
- Fox, L.R., D.K. Letourneau, J. Eisenback & S. van Nouhuys. 1990.** Parasitism rates and sex ratios of a parasitoid wasp: Effects of herbivore and plant quality. Oecologia 83: 414-419.
- Hågvar, E.B. 1991.** Ecological problems in the establishment of introduced predators and parasites for biological control. Acta Entomol. Bohemoslov. 88: 1-11.
- Hågvar, E.B. & T. Hofsvang. 1991.** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. Biocontrol News Info. 12: 13-41.
- Henter, H.J. & S. Via. 1995.** The potential for coevolution in a host-parasitoid system. I. Genetic variation within an aphid population in susceptibility to a parasitic wasp. Evolution 49: 427-438.
- Hight, S.C., R.D. Eikenbary, R.J. Miller & K.J. Starks. 1972.**

The greenbug and *Lysiphlebus testaceipes*. Environ. Entomol. 1: 205-209.

Horn, D.J. 1998. Temperature synergism in integrated pest management, p. 125-139. In G.J. Hallman & D.L. Denlinger (eds.). Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management. Boulder, Westview Press, 311p.

Kring, T.J. & J.B. Kring. 1988. Aphid fecundity, reproductive longevity, and parasite development in the *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae) - *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) system. Can. Entomol. 120: 1079-1083.

Michaud, J.P. & H.W. Browning. 1999. Seasonal abundance of the brown Citrus aphid, *Toxoptera citricida*, (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Puerto Rico. Fla. Entomol. 82: 424-447.

Pedigo, L.P. & M.R. Zeiss. 1996. Developing a degree-day model for predicting insect development, p.67-74. In L.P. Pedigo & M.R. Zeiss (eds.), Analyses in insect ecology and management. Ames, Iowa State University Press, 168p.

Rochat, J. 1997. Delayed effects in aphid-parasitoid systems: consequences for evaluating biological control species and their use in augmentation strategies. Entomophaga 42: 201-213.

Rodrigues, S.M.M. & V.H.P. Bueno. 2001. Parasitism rates of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). Neotrop. Entomol. 30: 625-629.

Rodrigues, S.M.M., V.H.P. Bueno & J.S.S. Bueno Filho. 2001. Desenvolvimento e avaliação do sistema de criação aberta no controle de *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) por *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Aphidiidae) em casa-de-vegetação. Neotrop. Entomol. 30: 433-436.

Rodrigues, S.M.M., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2003. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). Rev. Bras. Entomol. 47: 637-642.

Royer, T.A., K.L. Giles, S.D. Kindler & N.C. Elliot. 2001. Developmental response of three geographic isolates of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) to temperature. Environ. Entomol. 30: 637-641.

Shukla, A.N. & C.P.M. Tripathi. 1993. Effect of food plants on the offspring sex ratio of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasitoid of *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae). Biol. Agric. Hort. 9: 137-146.

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.

Stary, P. 1988. Aphidiidae, p.171-184. In A.K. Minks & P. Harrewijn (eds.), Aphids: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, 364p.

Stary, P. 1989. Incomplete parasitization in aphids and its role in pest management (Hymenoptera: Aphidiidae). Acta Entomol. Bohemoslov. 86: 356-367.

Tang, Y.Q. & R.K. Yokomi. 1995. Temperature-dependent development of three hymenopterous parasitoids of aphids (Homoptera: Aphididae) attacking citrus. Environ. Entomol. 24: 1736-1740.

Xia, J.Y., W. Van Der Werf & R. Rabbinge. 1999. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. Entomol. Exp. Appl. 90: 25-35.

Received 18/11/02. Accepted 05/04/04.