

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Qualidade de Diferentes Espécies de Pulgões como Hospedeiros do Parasitóide *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)

LÍVIA A SIDNEY<sup>1</sup>, VANDA H P BUENO<sup>1</sup>, JURACY C LINS JR<sup>1</sup>, DIEGO B SILVA<sup>2</sup>, MARCUS V SAMPAIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Depto de Entomologia, Univ Federal de Lavras, CP 3037, 37200-000 Lavras, MG, Brasil;  
 liviasidney@yahoo.com.br, vhpbueno@den.ufla.br, juracylins@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Centro Universitário de Lavras, Rua Padre José Poggel 506, Centenário, 37200-000 Lavras, MG, Brasil;  
 diegodbest@hotmail.com

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Agrárias, Univ Federal de Uberlândia, CP 593, 38400-902 Uberlândia, MG, Brasil;  
 mvsampaio@iciag.ufu.br

Edited by Antônio R Panizzi - EMBRAPA

*Neotropical Entomology* 39(5):709-713 (2010)

Quality of Different Aphids Species as Hosts for the Parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)

**ABSTRACT** - The suitability of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) and *Acyrtosiphon kondoi* Shinji (Hemiptera: Aphididae) as hosts for the aphid parasitoid *Aphidius ervi* Haliday was evaluated by assessing host size, host preference, and host quality. Tests were carried out in an environmental chamber at  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  RH and 12h photophase. Replicates (11) consisted of one 24h-old mated female of *A. ervi* without a previous oviposition experience. Female was released into a Petri dish (5 cm) with 20 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instars of one of each aphid species tested on a leaf disc of the host plant onto a 1% water-agar layer. Parasitoid emergency was lower in *A. kondoi* (78.7%) compared to *M. euphorbiae* (92.2%) and *A. solani* (91.7%). *Acyrtosiphon kondoi* (0.36 mm) was the smallest host. The parasitoid showed preference (74.0% parasitism) for *M. euphorbiae*, the largest host (hind tibia length = 0.73 mm), which in turn yielded larger *A. ervi* females (0.75 mm).

**KEY WORDS:** Biological control, host quality, development

A adequação nutricional ou o valor do hospedeiro refere-se ao balanço entre os custos que um determinado hospedeiro representa para a fêmea de um parasitóide em termos de tempo, energia e risco de mortalidade na oviposição, e a vantagem potencial no número, viabilidade e vigor de seus descendentes (Mackauer *et al* 1996, Henry *et al* 2005).

O hospedeiro pode ser nutricionalmente inadequado ou insuficiente para o completo desenvolvimento do parasitóide influenciando a razão sexual, tamanho, tempo de desenvolvimento, fecundidade e longevidade do mesmo (Vinson & Iwantsch 1980, van Alphen & Jervis 1996). Geralmente, hospedeiros que apresentam maior qualidade permitem o desenvolvimento de parasitóides maiores e mais competitivos (Chow & Mackauer 2001). Milne (1988) sugere que a maior proporção de parasitóides fêmeas emerge de hospedeiros maiores do que daqueles de menor tamanho. O comprimento da tibia posterior é considerado um bom indicador de tamanho de pulgões e de parasitóides afidiíneos por apresentar poucas variações (Nicol & Mackauer 1999).

O parasitóide *Aphidius ervi* Haliday é uma espécie cosmopolita, com grande capacidade de dispersão, e possui várias espécies de afídeos de importância econômica como hospedeiros. Esse parasitóide foi introduzido no Brasil

para o controle biológico dos pulgões do trigo no início da década de 1980 (Gassen & Tambasco 1983) e foi encontrado em diversas espécies de afídeos da tribo Macrosiphini, incluindo *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), em casas de vegetação, e no campo, em *Acyrtosiphon* spp. e *Sitobion avenae* F. (Hemiptera: Aphididae) (Starý *et al* 2007). Sua multiplicação em *S. avenae* em plantas de trigo tem-se mostrado eficiente para o uso no sistema de criação aberta em cultivos em casas de vegetação (Malais & Ravensberg 2003).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de três espécies de pulgões hospedeiros do parasitóide *A. ervi*, observando uma possível relação entre o tamanho e a qualidade dos hospedeiros em diferentes características biológicas do parasitóide.

### Material e Métodos

**Obtenção e criação dos pulgões e do parasitóide.** Os pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* foram coletados em alface (*Lactuca sativa*) cv. Verônica, em cultivo hidropônico, e *Acyrtosiphon kondoi* Shinji em plantas de ervilha (*Pisum*

*sativum*) em casa de vegetação.

Os pulgões coletados foram mantidos em placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo disco foliar da planta hospedeira correspondente a cada espécie de pulgão sobre uma camada de ágar-água 1%. As placas foram mantidas em câmara climática a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. A partir da 2ª geração, os pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* foram criados em plantas de alface mantidas em vasos no interior de gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm), e *A. kondoi* em discos foliares em placas de Petri. A criação de manutenção de *A. kondoi* foi feita em placa de Petri (20 cm de diâmetro) contendo discos foliares de ervilha sobre uma camada de ágar-água 1%. Esse procedimento foi realizado por quatro gerações dos pulgões antes dos testes experimentais com *A. ervi*.

Pulgões ou múnias coletados em plantas de alface foram levados ao laboratório. As múnias coletadas no campo e aquelas formadas no laboratório foram individualizadas em tubos de vidro (100 x 8 mm) até a emergência dos parasitóides. O material foi mantido em sala climatizada a  $22 \pm 3^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h, e os adultos foram identificados de acordo com Tomanović et al (2003). Adultos do parasitóide *A. ervi* foram previamente acasalados e liberados em gaiola de acrílico (60 x 30 x 30 cm) contendo planta de alface infestada com *M. euphorbiae*, dando-se início à criação dos parasitóides. Os parasitóides provenientes da criação de manutenção do laboratório encontravam-se na 12ª geração e foram mantidos por uma geração nos respectivos pulgões antes do início dos testes de qualidade hospedeira.

#### Qualidade de três espécies de pulgões ao parasitóide *A. ervi*.

Uma fêmea de *A. ervi* previamente acasalada e sem experiência de oviposição foi liberada em uma placa de Petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar de alface para *M. euphorbiae* e *A. solani*, e um disco foliar de ervilha para *A. kondoi*, sobre solução ágar-água 1%, e 20 ninfas de 2º e 3º instares (de 38h a 60h de vida) dos respectivos pulgões avaliados. A fêmea do parasitóide foi mantida na placa de Petri por 1h, observando-se a ocorrência de oviposições. As placas (11 repetições) contendo as ninfas dos respectivos pulgões foram vedadas com papel toalha e mantidas em câmara climática ( $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h) até a mumificação dos pulgões. As múnias foram individualizados em tubos de vidro (100 x 8 mm) até a emergência dos parasitóides, os quais foram alimentados com uma gota de mel puro e água.

Foram realizadas observações diárias quanto ao período de desenvolvimento da oviposição à mumificação e da oviposição à emergência; a porcentagem de parasitismo em função do número de múnias formadas, a porcentagem de fêmeas e de emergência (para os cálculos de porcentagem, foram agrupados os dados obtidos para cada fêmea avaliada,  $n = 11$ ). Na avaliação do período de desenvolvimento foram utilizados todos os parasitóides emergidos. Na avaliação da longevidade de *A. ervi* foram utilizados 60 parasitóides adultos, 30 machos e 30 fêmeas, oriundos de cada espécie de pulgão hospedeiro, os quais foram mantidos em tubos de vidro (100 x 8 mm) e alimentados com gotículas de mel e água.

#### Tamanho dos pulgões hospedeiros e do parasitóide *A. ervi*.

Para mensuração dos hospedeiros e dos parasitóides, mediu-se

a tibia posterior direita de *A. ervi* e das três espécies de pulgões *M. euphorbiae*, *A. solani* e *A. kondoi*. Foram utilizadas 15 ninfas de 2º instar de cada espécie de pulgão (tamanho inicial do hospedeiro) e 15 fêmeas e 15 machos de *A. ervi* desenvolvidos em cada espécie de pulgão avaliada. A tibia posterior direita foi retirada e medida sob microscópio ótico (aumento de 100x) com ocular micrométrica. O comprimento das tíbias posteriores dos pulgões após a sua mumificação também foi avaliado, o que correspondeu ao tamanho final do hospedeiro, e comparado ao tamanho dos parasitóides emergidos e ao tamanho inicial dos hospedeiros.

**Análise dos dados.** Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos. Foi utilizado esquema fatorial 2 x 3 (2 sexos x 3 hospedeiros) para comparação do tamanho de machos e fêmeas de *A. ervi*. Para avaliar a razão sexual foi realizado o teste qui-quadrado utilizando-se o Programa Bio Estat 5.0. Antes de se proceder à análise de variância, os dados de parasitismo (%) e de emergência (%) foram transformados em  $\arcsen\sqrt{x/100}$ . Foi realizada análise de variância, e quando significativa, o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para a comparação de médias, utilizando-se do Programa Sisvar.

## Resultados e Discussão

**Parasitismo por *A. ervi* em diferentes hospedeiros.** A porcentagem de parasitismo ou de mumificação variou de 71,4% a 74,0% em *A. kondoi*, *A. solani* e *M. euphorbiae* (Tabela 1). Esses valores foram próximos ao observado por Chow & Mackauer (1999), que relataram 79,2% de parasitismo de *A. ervi* em *Acyrtosiphon pisum* Harris. Segundo Starý et al (2007), *A. ervi* tem preferência quanto ao parasitismo por pulgões da tribo Macrosiphini, como *A. kondoi*, *A. pisum*, *M. euphorbiae*, *Myzus persicae* (Sulzer), *Rhodobium porosum* (Sanderson) e *S. avenae*. Em pulgões da tribo Aphidini, como *Aphis pomi* De Geer, Malina & Praslička (2008) observaram menores taxas de parasitismo de *A. ervi*, tanto a  $20^\circ\text{C}$  (13,1%) como a  $25^\circ\text{C}$  (16,9%). Essa constatação reforça o resultado obtido quanto à preferência de *A. ervi* por pulgões da tribo Macrosiphini, demonstrando que a qualidade do hospedeiro influencia mais a taxa de parasitismo do que a temperatura.

O hospedeiro *A. solani* foi bem aceito pelo parasitóide considerando a taxa de parasitismo que foi de 72% (Tabela 1). Segundo Schworer & Volkl (2001), *A. solani* também é um hospedeiro natural para *A. ervi*, embora a utilização do parasitóide como agente de controle desse pulgão ainda tenha sido pouco explorada.

As diferenças quanto ao parasitismo nas várias espécies de hospedeiros em campo podem estar mais relacionadas ao comportamento de forrageamento do parasitóide na planta do que propriamente constituir uma preferência (Gardner & Dixon 1985). Além disso, pulgões frequentemente apresentam autodefesas diante do encontro e ataque do parasitóide, como retroceder, através de coices com as pernas posteriores, e atirar-se da planta hospedeira (Gardner et al 1984, Liu et al 1984), o que pode afetar a porcentagem de parasitismo de parasitóides frente a diferentes hospedeiros.

Tabela 1 Desenvolvimento (dias) ( $\pm$  EP) da oviposição à múmia, da múmia ao adulto e da oviposição à emergência de adultos, taxas de parasitismo e de emergência (%) e longevidade (dias) de *Aphidius ervi* em diferentes pulgões hospedeiros.

Parâmetros biológicos	<i>Acyrtosiphon kondoi</i>	<i>Aulacorthum solani</i>	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Parasitismo (%) <sup>1,2</sup>	71,4 $\pm$ 5,52a (11)	72,1 $\pm$ 6,25a (11)	74,1 $\pm$ 6,14a (11)
Emergência (%) <sup>1,2</sup>	78,7 $\pm$ 4,61a (11)	91,7 $\pm$ 2,88b (11)	92,2 $\pm$ 2,45b (11)
Razão sexual (%) <sup>3</sup>	58,3 $\pm$ 28,60a (11)	70,7 $\pm$ 29,45a (11)	68,1 $\pm$ 30,51a (11)
Desenvolvimento (oviposição-múmia) <sup>1</sup>	8,9 $\pm$ 0,26a (156)	8,6 $\pm$ 0,13a (158)	8,3 $\pm$ 0,08a (163)
Desenvolvimento (múmia-adulto) <sup>1</sup>	5,34 $\pm$ 0,31a (124)	4,9 $\pm$ 0,09ab (144)	4,7 $\pm$ 0,08b (150)
Desenvolvimento (oviposição-adulto) <sup>1</sup>	14,0 $\pm$ 0,20a (124)	13,1 $\pm$ 0,22b (144)	13,2 $\pm$ 0,17b (150)
Longevidade fêmeas <sup>1</sup>	9,9 $\pm$ 0,63a (30)	11,6 $\pm$ 0,42a (30)	10,1 $\pm$ 0,61a (30)
Longevidade machos <sup>1</sup>	9,27 $\pm$ 0,50a (30)	11,8 $\pm$ 1,54a (30)	8,9 $\pm$ 0,83a (30)

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

<sup>2</sup>Dados originais apresentados, para efeito de estudo foram transformados em  $\arcsen \sqrt{x} / 100$ .

<sup>3</sup>Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2 = 5,83$ ,  $P > 0,05$ ).

**Emergência de *A. ervi* em diferentes hospedeiros.** A porcentagem de emergência de adultos de *A. ervi* foi significativamente menor em *A. kondoi* (78,6%), quando comparada às observadas em *M. euphorbiae* (92,2%) e *A. solani* (91,6%) (Tabela 1). Na espécie *Acyrtosiphon kondoi*, o parasitóide apresentou maior mortalidade indicando menor qualidade entre os hospedeiros testados.

**Desenvolvimento de *A. ervi* em diferentes hospedeiros.** O período de desenvolvimento, da oviposição à formação de múmias de *A. ervi*, manteve-se entre 8,3 e 8,9 dias nos três hospedeiros avaliados, sem diferença significativa entre os mesmos (Tabela 1). Esses valores corroboram aqueles encontrados por Sigsgaard (2000) avaliando *A. ervi* em *S. avenae* (9,0 dias). De acordo com Bueno & Sampaio (2009), a adequação nutricional é característica da espécie ou da população do hospedeiro e significa que todos os indivíduos da espécie ou população adequada satisfazem as exigências fisiológicas e nutricionais mínimas para o completo desenvolvimento da fase imatura do parasitóide. Dessa forma, os três hospedeiros avaliados neste estudo satisfizeram as necessidades mínimas para que o parasitóide *A. ervi* completasse seu ciclo de vida. Segundo Malina & Praslička (2008), a 20°C, o tempo gasto para que o hospedeiro *A. pomi* se transformasse em múmia foi de 11,15 dias quando parasitado por *A. ervi*. Os autores consideraram esse tempo bastante elevado, comprometendo o desenvolvimento do parasitóide, comprovando que esse pulgão não é um hospedeiro de qualidade para o parasitóide *A. ervi*.

O período da mumificação à emergência do parasitóide *A. ervi* em *A. kondoi* (5,3 dias) foi mais longo quando comparado àquele em *M. euphorbiae* (4,6 dias), mas similar àquele em *A. solani* (4,9 dias) (Tabela 1). Provavelmente essa diferença esteja relacionada à capacidade da larva do parasitóide em alocar os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Assim *A. ervi* necessita de um tempo maior para se desenvolver em *A. kondoi*.

O desenvolvimento do parasitóide de ovo a adulto foi significativamente maior em *A. kondoi* (14,0 dias), quando comparado àquele em *M. euphorbiae* e *A. solani*

(13,1 e 13,0 dias, respectivamente) (Tabela 1). De acordo com He *et al* (2004), o tempo de desenvolvimento desde a oviposição à emergência de *A. ervi* no pulgão *A. pisum* foi significativamente mais curto para machos (13,9 dias) comparado àquele para fêmeas (14,3 dias). Valores estes que são similares àqueles encontrados neste estudo para o hospedeiro do mesmo gênero.

O período de desenvolvimento do parasitóide é uma forma direta de avaliar a qualidade do hospedeiro (Roitberg *et al* 2001). O menor período de desenvolvimento é considerado a melhor trajetória de crescimento, pois hospedeiros de melhor qualidade permitem o desenvolvimento de parasitóides em menor período de tempo (Sequeira & Mackauer 1993, Roitberg *et al* 2001). Assim, o menor período de desenvolvimento de *A. ervi* nos pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* indica que esses hospedeiros apresentam maior qualidade e são mais indicados para o desenvolvimento e criação de *A. ervi* em relação a *A. kondoi*.

#### Longevidade de machos e fêmeas de *A. ervi* e razão sexual em diferentes hospedeiros.

Machos e fêmeas de *A. ervi* apresentaram longevidade semelhante nos três hospedeiros avaliados. Para machos, a longevidade variou de 8,9 a 11,8 dias e, para as fêmeas, de 9,9 a 11,6 dias nos três hospedeiros estudados (Tabela 1). É provável que a inexistência de diferença entre a longevidade dos parasitóides desenvolvidos nos três hospedeiros avaliados tenha sido devido à utilização da mesma quantidade e da disponibilidade de alimento (água e mel) fornecido para os parasitóides adultos. De acordo com Bueno & Sampaio (2009), a qualidade e quantidade do alimento têm influência sobre a biologia dos afidiíneos, e ainda deve melhorar a longevidade dos adultos.

As razões sexuais de *A. ervi* oriundos de *A. kondoi*, *M. euphorbiae* e *A. solani*, expressa pela porcentagem de fêmeas, foram de 58,2%, 68,0% e 70,7%, respectivamente, sem diferenças significativas entre as mesmas ( $\chi^2 = 5,83$ ,  $P = 0,0542$ ).

**Tamanho dos pulgões hospedeiros e de machos e fêmeas do parasitóide *A. ervi*.** Foi observada diferença significativa

Tabela 2 Comprimento da tíbia (mm) de pulgões hospedeiros no estágio inicial (2º instar) e no estágio final (múmia), e de fêmeas e machos do parasitóide *Aphidius ervi*.

Espécies hospedeiras	Hospedeiros/estágio <sup>1</sup>		Parasitóide <i>A. ervi</i> <sup>2</sup>	
	Inicial (n)	Final (n)	Fêmea	Macho
<i>Acyrtosiphon kondoi</i>	0,36 ± 0,00c (15)	0,98 ± 0,03c (15)	0,64 ± 0,02Ba (15)	0,60 ± 0,02Bb (15)
<i>Aulacorthum solani</i>	0,58 ± 0,01b (15)	1,30 ± 0,01b (15)	0,72 ± 0,01Aa (15)	0,66 ± 0,01Ab (15)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	0,73 ± 0,01a (15)	1,58 ± 0,03a (15)	0,75 ± 0,01Aa (15)	0,66 ± 0,01Ab (15)

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

<sup>2</sup>Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

no tamanho inicial dos três hospedeiros oferecidos às fêmeas de *A. ervi*. O maior comprimento da tíbia posterior direita, ou seja, maior tamanho inicial foi constatado em *M. euphorbiae* (0,7 mm), seguido por *A. solani* (0,5 mm) e *A. kondoi* (0,3 mm) (Tabela 2). Também foi constatada diferença significativa no tamanho final da tíbia desses hospedeiros, sendo observada uma ordem decrescente de tamanho entre os pulgões parasitados correspondentes a *M. euphorbiae* (1,5 mm) > *A. solani* (1,3 mm) > *A. kondoi* (0,9 mm) (Tabela 2).

Avaliando-se o tamanho da tíbia posterior direita, fêmeas de *A. ervi* apresentaram tíbias maiores em relação aos machos, independente da espécie de pulgão na qual foram criadas, com exceção daqueles criados em *A. kondoi*, em que fêmeas e machos apresentaram tamanhos semelhantes (0,64 mm fêmea; 0,60 mm macho) (Tabela 2). De acordo com Mackauer (1996), entre os Aphidiinae, as fêmeas são maiores que os machos, sendo constatado esse fato em fêmeas de *A. ervi*, *A. smithi*, *E. californicus* e *Monoctonus paulensis* (Ashmead).

Hospedeiros maiores apresentam maior qualidade devido à abundância de recursos a serem explorados pelos parasitóides, originando parasitóides maiores, com maior potencial reprodutivo. Em sua maioria, os parasitóides avaliam o tamanho do hospedeiro como um indicador de qualidade (Sequeira & Mackauer 1992). Segundo os mesmos autores, a qualidade do hospedeiro não diz respeito apenas ao seu tamanho, mas também ao período de desenvolvimento do parasitóide, pois para maximizar seu tamanho em hospedeiros de baixa qualidade, o parasitóide pode reduzir a taxa de crescimento, aumentando seu período de desenvolvimento.

Os resultados indicam, pois, que *A. ervi* apresenta potencial como agente de controle biológico de *A. kondoi*, *A. solani* e *M. euphorbiae*. O parasitóide maior foi o que se desenvolveu no hospedeiro maior, *M. euphorbiae*, no qual se registrou o menor tempo de desenvolvimento e maior taxa de emergência de *A. ervi*. *Macrosiphum euphorbiae* foi o mais indicado para *A. ervi* quanto a oviposição e desenvolvimento, com taxa de parasitismo de 74,0% e emergência de 92,2%, quando comparado a *A. kondoi*, que foi o menor hospedeiro e no qual ocorreu a menor taxa de emergência (78,4%). No entanto, não foi encontrada diferença de qualidade entre *M. euphorbiae* e *A. solani*, apesar de *M. euphorbiae* ter tamanho maior. Não só o tamanho, mas também a habilidade da larva do parasitóide na alocação dos recursos nutricionais na interação com seu hospedeiro determinam a qualidade do hospedeiro (Sequeira & Mackauer 1992, 1994, Sampaio et al 2008). Dessa maneira, embora os dois hospedeiros de maior

tamanho tenham apresentado maior qualidade que *A. kondoi*, não foi encontrada uma relação linear entre a qualidade e o tamanho do hospedeiro para *A. ervi*.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de estudo a todos os autores, e a FAPEMIG pelo apoio financeiro ao projeto.

### Referências

- Bueno V H P, Sampaio M V (2009) Desenvolvimento e multiplicação de parasitóides de pulgões, p.117-167. In Bueno V H P (ed) Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras, Editora UFLA, 429.
- Chow A, Mackauer M (1999) Altered dispersal behaviour in parasitised aphids: parasitoid-mediated or pathology? Ecol Entomol 24: 276-283.
- Chow A, Mackauer M (2001) Preference of the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. Biol Control 20: 30-38.
- Gardner S M, Dixon A F G (1985) Plant structure and the foraging success of *Aphidius rhopalosiphii* (Hymenoptera: Aphidiidae). Ecol Entomol 10: 171-179.
- Gardner S M, Ward S A, Dixon A F G (1984) Limitation of superparasitism by *Aphidius rhopalosiphii*: a consequence of aphid defensive behaviour. Ecol Entomol 9: 149-155.
- Gassen D N, Tambasco F J (1983) Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. Inf Agropec 104: 49-51.
- He X Z, Wang Q, Teulon D A J (2004) Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). New Zeal Plant Prot 57: 214-220.
- Henry L M, Gillespie D R, Roitberg B D (2005) Does mother really know best? Oviposition preference reduces reproductive performance in the generalist parasitoid *Aphidius ervi*. Entomol Exp Appl 116: 167-174.
- Liu S, Morton R, Hughes R D (1984) Oviposition preference of a hymenopterous parasite for certain instars of its aphid host. Entomol Exp Appl 35: 249-354.

- Mackauer M (1996) Sexual size dimorphism in solitary parasitoid wasps: influence of host quality. *Oikos* 76: 265-272.
- Mackauer M, Michaud J P, Völkl W (1996) Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. *Can Entomol* 6: 959-980.
- Malais M, Ravensberg W J (2003) The biology of glasshouse pest and their natural enemies: knowing and recognizing. 2ed. Berkel en Rodenrijs, Koppert Biological System, 288p.
- Malina R, Praslička J (2008) Effect of temperature on the developmental rate, longevity and parasitism of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). *J Plant Protect Sci* 44: 19-24.
- Milne W M (1988) Effectiveness of aphidophagous insects in lucerne, 203-210p. In Niemczyk E, Dixon A F G (eds) Ecology and effectiveness of Aphidophaga. The Hague, SPB Academic Publishing, 341p.
- Nicol C M Y, Mackauer M (1999) The scaling of body size and mass in a host-parasitoid association: influence of host species and stage. *Entomol Exp Appl* 90: 83-92.
- Roitberg, B D, Boivin G, Vet L (2001) Fitness, parasitoids and biological control: an opinion. *Can Entomol* 133: 429-438.
- Schwörer U, Völkl W (2001) The foraging behavior of *Aphidius ervi* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) at different spatial scales: resource utilization and suboptimal weather conditions. *Biol Control* 21: 111-119.
- Sampaio M V, Bueno V H P, De Conti B F (2008) The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) *Eur J Entomol* 105: 489-494.
- Sequeira R, Mackauer M (1992) Nutritional ecology of an insect host-parasitoid association: the pea aphid- *Aphidius ervi* system. *Ecology* 73:183-189.
- Sequeira R, Mackauer M (1993) Seasonal variation in body size and offspring sex ratio in field populations of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Oikos* 68: 340-346.
- Sequeira R, Mackauer M (1994) Variation in selected life history parameters of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* influence of host developmental stage. *Entomol Exp Appl* 71: 15-22.
- Sigsgaard L (2000) The temperature-dependent duration of development and parasitism of three cereal aphid parasitoids, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphii*, and *Praon volucre*. *Entomol Exp Appl* 95: 173-184.
- Starý P, Sampaio M V, Bueno V H P (2007) Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. *Rev Bras Entomol* 51: 107-118.
- Tomanović Ž, Kavallieratos N G, Starý P, Athanassiou C G, Žikić V, Petrović-Obradović O, Sarlis G P (2003) *Aphidius* Nees aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: tritrophic associations and key. *Acta Entomol Serbica* 8: 15-39
- van Alphen J J M, Jervis M (1996) Foraging behavior, p.1-62. In Jervis M, Kidd N (eds) Insect natural enemies. London, Chapman & Hall, 491p.
- Vinson S B, Iwantsch G F (1980) Host suitability for insect parasitoids. *Annu Rev Entomol* 25: 397-419.

Received 01/IV/09. Accepted 30/I/10.

---