

**QUALIDADE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE
PULGÕES COMO HOSPEDEIROS DO
PARASITOIDE *Aphidius ervi* Haliday E
COMPETIÇÃO LARVAL ENTRE *A. ervi* E *Praon
volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae:
Aphidiinae) EM *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)
(Hemiptera: Aphididae)**

LÍVIA ALVARENGA SIDNEY

2009

LÍVIA ALVARENGA SIDNEY

**QUALIDADE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PULGÕES COMO
HOSPEDEIROS DO PARASITOIDE *Aphidius ervi* HALIDAY E
COMPETIÇÃO LARVAL ENTRE *A. ervi* E *Praon volucre* (HALIDAY)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE: APHIDIINAE) EM *Macrosiphum
euphorbiae* (THOMAS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profª. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Sidney, Livia Alvarenga.

Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Aphidius ervi* Haliday e competição larval entre *A. ervi* e *Praon volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) / Livia Alvarenga Sidney. – Lavras : UFLA, 2009.

46 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Bibliografia.

1. Parasitoide. 2. Qualidade hospedeira. 3. Competição. 4. Pulgão. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.96

LÍVIA ALVARENGA SIDNEY

**QUALIDADE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PULGÕES COMO
HOSPEDEIROS DO PARASITOIDE *Aphidius ervi* HALIDAY E
COMPETIÇÃO LARVAL ENTRE *A. ervi* E *Praon volucre* (HALIDAY)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE: APHIDIINAE) EM *Macrosiphum
euphorbiae* (THOMAS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área
de concentração em Entomologia Agrícola, para a
obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 27 de fevereiro de 2009.

Prof. Alysson Rodrigo Fonseca

FUNEDI/UEMG

Prof. Marcus Vinicius Sampaio

UFU

Prof^a. Vanda Helena Paes Bueno
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICATÓRIA

A Deus, que sempre me deu força e sabedoria, colocando em meu caminho sempre espíritos bons que têm me orientado desde sempre.

Aos meus pais, Sidney e Joana D'arc, e ao meu irmão Flávio, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e credibilidade, por todo obstáculo que tenho superado em minha vida.

A todos os meus familiares lavrenses, com destaque aos meus tios e primos queridos, tia Rita, tia Lena, ti' Ronaldo, Camila, Gustavo e Rafaela, pelos momentos de descontração que fizeram parte desta jornada.

A todos os meus amigos e amigas que me consideram verdadeiramente.

Em especial ao Dudu, pelo apoio, companheirismo e dedicação, ajudando-me a concretizar este sonho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade para a realização do mestrado.

À professora Dra. Vanda Helena Paes Bueno, pela orientação, amizade apoio e credibilidade manifestada durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e suporte financeiro do projeto.

Aos funcionários amigos do Departamento de Entomologia da UFLA, Elaine, Nazaré, Fábio, Lisiane, Eliana (Léia) e Viviane, pelo companheirismo do dia a dia.

Ao Dr. Marcus Vinícius Sampaio (Universidade Federal de Uberlândia-UFU), pela atenção ao esclarecer as dúvidas e sugestões do trabalho.

A todo grupo de estudo da professora Vanda Helena que, de alguma forma, me ajudou e confiou em minha pessoa. Em especial ao meu amigo e companheiro de trabalho, Juracy Lins, pelas contribuições neste trabalho, pelo apoio na condução dos experimentos, manutenção dos insetos, mas, principalmente, pela amizade.

Aos doutorandos Cristiane Rohde e Fernando Silva, do Departamento de Entomologia que, gentilmente, se disponibilizaram em me ajudar nas análises estatísticas.

Aos professores e pesquisadores da UFLA, Alcides Moino Jr., Alessandra Carvalho Silva, Brígida de Souza, César F. de Carvalho, Geraldo A. de Carvalho, Jair C. de Moraes, Júlio C. N. Louzada, Luís C. P. Silveira, René L. O. Rigitano e Ronald Zanetti, pelos ensinamentos e amizade.

Aos membros da banca de dissertação, Dr. Marcus Vinícius Sampaio e Dr. Alysson Rodrigo Fonseca, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1: Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide <i>Aphidius ervi</i> Haliday e competição larval entre <i>A. ervi</i> e <i>Praon volucre</i> (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) (Hemiptera: Aphididae).....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referências Bibliográficas.....	4
CAPÍTULO 2: Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide <i>Aphidius ervi</i> Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae).....	6
1 Resumo.....	7
2 Abstract.....	8
3 Introdução.....	9
4 Materiais e métodos.....	11
4.1 Obtenção dos afídeos.....	11
4.2 Criação de <i>M. euphorbiae</i> , <i>A. solani</i> e <i>A. kondoi</i>	11
4.3 Obtenção de <i>A. ervi</i>	12
4.4 Criação de <i>A. ervi</i>	13
4.5 Qualidade de três espécies de pulgões ao parasitoide <i>A. ervi</i>	13
4.6 Tamanho dos pulgões hospedeiros e do parasitoide <i>A. ervi</i>	15
4.7 Análise de dados.....	15
5 Resultados e Discussão.....	16
5.1 Parasitismo por <i>A. ervi</i>	16
5.2 Emergência de <i>A. ervi</i>	18
5.3 Desenvolvimento de <i>A. ervi</i> em diferentes hospedeiros.....	18
5.4 Longevidade de machos e fêmeas de <i>A. ervi</i> e razão sexual.....	19
5.5 Tamanho dos pulgões hospedeiros e de machos e fêmeas do parasitoide	

<i>A. ervi</i>	20
6 Referências Bibliográficas.....	23
CAPÍTULO 3: Competição larval entre <i>A. ervi</i> Haliday e <i>Praon volucre</i> (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) (Hemiptera: Aphididae).....	
1 Resumo.....	27
2 Abstract.....	28
3 Introdução.....	29
4 Materiais e Métodos.....	30
4.1 Obtenção e criação dos pulgões.....	31
4.2 Obtenção de <i>A. ervi</i> e <i>P. volucre</i>	32
4.3 Criação de <i>A. ervi</i> e <i>P. volucre</i>	33
4.4 Competição entre larvas de <i>A. ervi</i> e <i>P. volucre</i>	34
4.5 Parasitismo simples.....	34
4.6 Parasitismo múltiplo.....	35
4.7 Porcentagem de oviposições efetivas (OE) e número corrigido (NC) de parasitoides no parasitismo múltiplo.....	36
4.8 Análise de dados.....	37
5 Resultados e Discussão.....	37
6 Referências Bibliográficas.....	44

RESUMO GERAL

SIDNEY, Livia Alvarenga. **Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Aphidius ervi* Haliday e competição larval de *A. ervi* e *Praon volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae)**. 2009. 46 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Os parasitoides *Aphidius ervi* (Haliday) e *Praon volucre* (Haliday) são relatados como espécies promissoras para o controle de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) em cultivos protegidos no Brasil. Este trabalho teve como objetivos avaliar a adequação nutricional e a qualidade dos pulgões *Acyrtosiphon kondoi* Shinji, *Aulacorhynchus solani* (Kaltenbach) e *M. euphorbiae* como hospedeiros de *A. ervi* e determinar a competição larval de *A. ervi* e *P. volucre* em *M. euphorbiae*. Na qualidade hospedeira, foram avaliadas 11 fêmeas de *A. ervi* para cada hospedeiro. Uma fêmea de *A. ervi*, acasalada e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada em placa de Petri (5cm) contendo 20 ninfas de segundo e terceiro instares de uma das espécies de pulgões avaliadas, em seção foliar correspondente à planta hospedeira de cada pulgão sobre solução ágar/água 1%. Todas as espécies de pulgões se mostraram nutricionalmente adequadas ao parasitoide *A. ervi*. Foi verificado menor período de desenvolvimento do *A. ervi* nos pulgões *M. euphorbiae* (13,18 dias) e *A. solani* (13,07 dias), quando comparado a *A. kondoi* (14,01 dias). Foi observada menor porcentagem de emergência em *A. kondoi* (78,66%), quando comparado a *M. euphorbiae* (92,21%) e *A. solani* (91,66%). *A. kondoi* (0,36mm) representou o menor hospedeiro entre as três espécies avaliadas, tanto no tamanho inicial (antes do desenvolvimento do parasitoide) como no estágio final desses hospedeiros (múmia). Foi detectada relação entre tamanho, preferência e qualidade para *A. ervi* entre os hospedeiros avaliados. O parasitoide apresentou 74,02% de taxa de parasitismo em *M. euphorbiae*, o maior hospedeiro (tíbia posterior de 0,73mm para tamanho inicial) proporcionando maior tamanho para a fêmea de *A. ervi* (0,75mm). Na competição entre *A. ervi* e *P. volucre*, foram utilizadas 10 fêmeas de cada espécie, previamente acasaladas com 24-48h de vida e ninfas de 2º instar de *M. euphorbiae*, nas seguintes sequências de oviposições, uma oviposição de *A. ervi* e uma subsequente de *P. volucre*; uma oviposição de *P. volucre* e subsequente de *A. ervi*. O intervalo entre as oviposições não excedeu 3 horas. O número de parasitoides adultos obtidos de cada espécie no multiparasitismo foi de 24 indivíduos de *A. ervi* e 55 de *P. volucre* quando *A. ervi* ovipositou primeiro e 23 e 55 espécimes de *A. ervi* e *P.*

*Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

volucre respectivamente, quando *P. volucre* foi o primeiro a ovipositar. O parasitoide *P. volucre* apresentou superioridade intrínseca sobre *A. ervi*. A utilização conjunta de *A. ervi* e *P. volucre* em programas de controle biológico de *M. euphorbiae* pode gerar o deslocamento competitivo, o que deve ser visto com cuidado, quando o alvo é *M. euphorbiae*.

GENERAL ABSTRACT

SIDNEY, Livia Alvarenga. **Quality of different aphids species as host to the parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and larval competition between *A. ervi* and *Praon volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) after Multiparasitism of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae).** 2009. 46 p. Dissertation (Master of Science in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The parasitoids *Aphidius ervi* (Haliday) and *Praon volucre* (Haliday) are known as promising candidates for biological control of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) in protected cultivation in Brazil. This study aimed to evaluate the suitability and the quality of aphids *Acyrtosiphon kondoi* Shinji, *Aulacorhynchus solani* (Kaltenbach) and *M. euphorbiae* as hosts for *A. ervi* and evaluate the larval competition between *A. ervi* and *P. volucre* after multiparasitism of *M. euphorbiae*. The host quality was evaluated using 11 female of *A. ervi* for each host. One mated female of *A. ervi*, with no previous experience of oviposition and with 24h age, was released in a Petri dish (5cm) kept with 20 nymphs of second and third instars of one of the species of aphids evaluated, in a leaf disc corresponding to the host plant of each aphid in a layer water/agar 1%. All the species of aphids were nutritionally suitable to the parasitoid *A. ervi*. The parasitoid *A. ervi* showed higher preference for the aphids *M. euphorbiae* (13.18 days) and *A. solani* (13.07 days), on which it presented short development time as compared to *A. kondoi* (14.01 days). The percentage of emergency was smaller in *A. kondoi* (78.66%) as compared to the *M. euphorbiae* (92.21%) and *A. solani* (91.66%). The aphid *A. kondoi* (0,36mm), represented the smaller host compared to the others evaluated species, such as in the initial size (before the development of the parasitoid) and as in the final size (mummies). The results showed relationship among size, preference and quality for *A. ervi* among the evaluated hosts. The parasitoid showed preference (74.02% parasitism rate) for *M. euphorbiae*, the bigger host (hind tibia of 0.73mm for initial size) providing bigger size for the female of *A. ervi* (0.75mm). The test on larval competition were realized with ten females of each species, previously mated and 24-48h age and nymphs of 2° instar of *M. euphorbiae* in the following sequences of oviposition, one oviposition of *A. ervi* and one subsequent of *P. volucre*; and one oviposition of *P. volucre* and one subsequent of *A. ervi*. The interval among ovipositions did not exceed the 3h. The number of parasitoids adult obtained of each species in the multiparasitism was of 24 adults of *A. ervi* and 55 of *P. volucre* when *A. ervi* oviposited first,

*Adviser: Prof^a. Dr^a. Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

and 23 and 55 specimens of *A. ervi* and *P. volucre* respectively, when *P. volucre* was the first one to oviposit. The parasitoid *P. volucre* showed intrinsic superiority on *A. ervi*. The utilization of both species of parasitoids in biological control programs may cause the competitive displacement, influencing the stability of its populations, and should be seen with care when the target is *M. euphorbiae*.

CAPÍTULO 1

Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitoide *Aphidius ervi* Haliday e competição larval entre *A. ervi* e *Praon volucre* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae)

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os pulgões são pragas agrícolas com grande capacidade de reprodução e dispersão e, em pouco tempo, podem se instalar em uma cultura, causando sérios danos pela sucção contínua da seiva e transmissão de vírus (Souza-Silva & Ilharco, 1995).

No controle desses insetos são utilizados parasitoides himenópteros, os quais também constituem importante fator de mortalidade natural em muitos agroecossistemas. Os parasitoides afidiíneos *Aphidius ervi* Haliday e *Praon volucre* (Haliday) estabeleceram-se no Brasil e foram encontrados em colônias de vários pulgões da tribo Macrosiphini, como *Acyrtosiphom kondoi* Shinji, *Aulacorhtum solani* (Kaltenbach) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Essas espécies são polífagas, cosmopolitas e de grande importância em vários cultivos, tanto em condições de campo como em ambientes protegidos no Brasil (Gassen & Tambasco, 1983; Salvadori & Salles, 2002; Starý et al., 2007).

No entanto, o sucesso do controle biológico com o uso desses endoparasitoides afidiíneos pode ser influenciado pelo grau de especificidade na interação das espécies, pela diversidade de parasitoides por hospedeiro, pela qualidade das espécies de hospedeiros potenciais e pela competição interespecífica entre os parasitoides de uma mesma guilda (Shi et al., 2004; Vaz et al., 2004). Desse modo, fatores como tamanho, estágio de desenvolvimento e influência no tamanho dos parasitoides adultos devem ser considerados na interação dos pulgões e parasitoides como critérios à escolha do hospedeiro entre espécies de pulgões (Godfray, 1994; Chau & Mackauer, 2001; Vaz et al., 2004).

Como o tamanho do parasitoide pode ser um bom indicador de aptidão ou de fecundidade, a determinação de hospedeiros que maximizem os tamanhos dos inimigos naturais pode ser um elemento importante na estruturação e na

viabilização de programas de controle biológico ou de manejo integrado de pragas. No entanto, a competição interespecífica entre parasitoides pode influenciar o tamanho, a estrutura e a estabilidade das comunidades do inseto, podendo conduzir à redução do parasitismo total e do controle da população da praga (Leveque et al., 1993; Wen & Brower, 1995).

Assim, visando determinar a relação do tamanho e da qualidade dos hospedeiros e os aspectos biológicos do parasitoide, bem como conhecer o potencial de parasitoides competidores, este trabalho foi realizado com os objetivos de constatar a adequação nutricional e avaliar a qualidade dos pulgões *A. kondoi*, *A. solani* e *M. euphorbiae* como hospedeiros de *A. ervi* e a competição larval entre *A. ervi* e *P. volucre* em multiparasitismo em *M. euphorbiae*.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAU, A.; MACKAUER, M. Preference of the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. **Biological Control**, San Diego, v. 20, p. 30-38, 2001.
- GASSEN, D. N.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 104, p. 49-51, 1983.
- GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids**: behavioral and evolutionary ecology. Princeton: Princeton University, 1994. 474 p.
- LEVEQUE, L.; MONGE, J. P.; ROJAS-ROUSSE, D.; ALEBEEK, F. van; HUIGARD, H. Analysis of multiparasitism by *Eupelmus vuilleti* (Craw) (Eupelmidae) and *Dinarmus basalis* (Rond) (Pteromalidae) in the presence of one of their common hosts, *Bruchidius atrolineatus* (Pic) (Coleoptera: Bruchidae). **Oecologia**, Berlin, v. 94, p. 272-277, 1993.
- SALVADORI, J. R.; SALLES, L. A. B. Controle biológico dos pulgões do trigo. 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. p. 427-448.
- SHI, Z. H.; LI, Q. B.; LI, X. Interspecific competition between *Diadegma semiclausum* Hellen (Hym., Ichneumonidae) and *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hym., Braconidae) in parasitizing *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidea). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, n. 6, p. 437-444, 2004.
- SOUSA-SILVA, C. R.; ILHARCO, F. A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras**. São Carlos: UFSCar, 1995. 85 p.
- STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, p. 107-118, 2007.
- VAZ, L. A.; TAVARES, M. T.; LOMÔNACO, C. Diversidade e tamanho de himenópteros parasitóides de *Brevicoryne brassicae* L. e *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, p. 225-230, 2004.

WEN, B.; BROWER, J. H. Competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. **Biological Control**, San Diego, v. 5, p. 151, 1995.

CAPÍTULO 2

O capítulo 2 será transcrito em formato de artigo e encaminhado para submissão do Periódico Científico **Neotropical Entomology**

Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros ao parasitoide *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)

Lívia Alvarenga Sidney¹, Vanda Helena Paes Bueno¹, Juracy Caldeira Lins Júnior¹, Diego Bastos Silva¹.

¹Departamento de Entomologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. (Fone: +35 3829 1296/1291; e-mail: liviasidney@yahoo.com.br

Os autores agradecem a CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos auxílios concedidos para a realização desse trabalho.

1 RESUMO

O parasitoide *Aphidius ervi* Haliday apresenta ampla faixa de pulgões hospedeiros, os quais podem ocorrer em vários cultivos, como ervilha, alfafa, alface e rosas. A preferência ou a adequação nutricional dos hospedeiros aos parasitoides podem influenciar diversos parâmetros biológicos, como desenvolvimento, longevidade e fecundidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar os pulgões *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) e *Acyrtosiphum kondoi* Shinji, quanto ao tamanho e à qualidade, como hospedeiros ao parasitoide *A. ervi*. Os testes foram conduzidos em câmara climática, a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase. Uma fêmea de *A. ervi*, acasalada e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada em placa de Petri (5cm) contendo 20 ninfas de segundo e terceiro instares de uma das espécies de pulgões avaliadas, em seção foliar correspondente à planta hospedeira de cada pulgão sobre solução ágar/água 1%. Todas as espécies de pulgões se mostraram nutricionalmente adequadas ao parasitoide *A. ervi*. Foi verificado menor período de desenvolvimento de *A. ervi* nos pulgões *M. euphorbiae* (13,18 dias) e *A. solani* (13,07 dias), quando comparados ao de *A. kondoi* (14,01 dias). Foi observada menor porcentagem de emergência em *A. kondoi* (78,66%), quando comparado a *M. euphorbiae* (92,21%) e *A. solani* (91,66%). *A. kondoi* (0,36mm) representou o menor hospedeiro entre as três espécies avaliadas, tanto no tamanho inicial (antes do desenvolvimento do parasitoide) como no estágio final desses hospedeiros (múmia). Foi detectada relação entre tamanho, preferência e qualidade para *A. ervi* entre os hospedeiros avaliados. O parasitoide apresentou 74,02% de taxa de parasitismo em *M. euphorbiae*, o maior hospedeiro (tíbia posterior de 0,73mm para tamanho inicial), proporcionando maior tamanho para a fêmea de *A. ervi* (0,75mm).

2 ABSTRACT

The parasitoid *Aphidius ervi* (Haliday) has a broad aphid host range, which occur in several crops as pea, alfalfa, lettuce and roses. Hosts can be preferred and or suitable to the parasitoids and thus influence diverse biological parameters as development, longevity and fecundity. This study aimed to evaluate the aphids *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) and *Acyrtosiphum kondoi* Shinji as hosts regard to preference, size and the host quality for the parasitoid *A. ervi*. The tests were carried out in climatic chamber at $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and photophase 12h. One mated female of *A. ervi*, with no previous experience of oviposition and 24h age was released in a Petri dish (5cm) kept with 20 nymphs of second and third instars of one of the aphids species evaluated, on a leaf disc, corresponding the host plant of each aphid, in a layer water/agar 1%. All the species of aphids were nutritionally suitable to the parasitoid *A. ervi*. The parasitoid *A. ervi* showed bigger preference for the aphids *M. euphorbiae* (13.18 days) and *A. solani* (13.07 days), on which it presented shorter development time as compared to *A. kondoi* (14.01 days). The percentage of emergency was smaller in *A. kondoi* (78.66%) as compared to the *M. euphorbiae* (92.21%) and *A. solani* (91.66%). The aphid *A. kondoi* (0,36mm), represented the smaller host compared to the others evaluated species, such as in the initial size (before the development of the parasitoids) and as in the final size (mummies). The results showed relationship among size, preference and quality for *A. ervi* among the evaluated hosts. The parasitoid showed preference (74.02% parasitism rate) for *M. euphorbiae*, the bigger host (hind tibia of 0.73mm for initial size) providing bigger size for the female of *A. ervi* (0.75mm).

3 INTRODUÇÃO

A adequação nutricional é uma característica da espécie ou da população de um hospedeiro e isso significa que os indivíduos desta espécie ou população satisfazem, pelo menos, às exigências fisiológicas e nutricionais mínimas para o completo desenvolvimento da fase imatura de um parasitoide. Logo, o valor do hospedeiro diz respeito ao balanço entre os custos que um hospedeiro representa para a fêmea do parasitoide, em termos de tempo, energia e risco de mortalidade na oviposição e a vantagem potencial no número, na viabilidade e no vigor de seus descendentes (Mackauer et al., 1996; Henry et al., 2005).

O hospedeiro pode ser nutricionalmente inadequado ou ainda insuficiente para o completo desenvolvimento do parasitoide e este valor nutricional e, muitas vezes, outros fatores externos influenciam a razão sexual, o tamanho, o tempo de desenvolvimento, a fecundidade e a longevidade de parasitoides (Vinson & Iwantsch, 1980; Alphen & Jervis, 1996). Geralmente, hospedeiros que apresentam maior qualidade permitem o desenvolvimento de parasitoides com maior tamanho corpóreo que, por sua vez, apresentam vantagens competitivas, quando comparados com seus conespecíficos de menor vigor, tanto em testes de laboratório quanto em campo (Chow & Mackauer, 2001).

O tamanho do hospedeiro pode ter um efeito maior sobre a razão sexual de parasitoides e, segundo Milne (1988), existe a indicação de que uma maior proporção de parasitoides fêmeas emerge de hospedeiros maiores do que daqueles de menor tamanho. No entanto, a relação entre as características do hospedeiro no momento do parasitismo e o ganho no desempenho do parasitoide, de acordo com Colinet et al. (2005), não é linear e depende de vários fatores relacionados ao hospedeiro, à qualidade da planta e à ecologia nutricional. Nicol & Mackauer (1999) relatam que o comprimento da tibia

posterior direita é considerado um bom indicador do tamanho das espécies de pulgões e de parasitoides aphidiíneos, por demonstrar poucas variações.

Também a preferência por certas espécies de hospedeiros entre parasitoides de pulgões foi demonstrada em estudos de laboratório, nos quais as fêmeas aceitam e ovipositam mais frequentemente em algumas espécies do que em outras, em hospedeiros oferecidos juntos ou separados (Bueno, 1999). Assim, para o controle biológico de afídeos em cultivos em casas de vegetação, as espécies de parasitoides são selecionadas de acordo a provável espécie de pulgão-alvo (Gullino & Wardlow, 1999).

O parasitoide *Aphidius ervi* Haliday é uma espécie cosmopolita, com grande capacidade de dispersão e que apresenta várias espécies de afídeos de importância econômica como hospedeiros. Este parasitoide foi introduzido no Brasil para o controle biológico dos pulgões do trigo, no início da década de 1980 (Gassen & Tambasco, 1983) e foi encontrado no campo em diversas espécies de afídeos da tribo Macrosiphini, incluindo *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Aulacorthum solani* (Kaltenbach); *Acyrtosiphum* spp. e *Sitobion avenae* Fabricius (Starý et al., 2007). Sua multiplicação em *S. avenae*, em plantas de trigo, tem mostrado ser eficiente para utilização no sistema de criação aberta em cultivos em casas de vegetação (Malais & Ravensberg, 2003).

Dessa maneira, estudos que envolvem a preferência e a qualidade de diferentes hospedeiros nos aspectos biológicos e comportamentais dos parasitoides são de extrema importância, fornecendo informações quanto à criação massal e ao uso desses parasitoides como agentes de controle biológico.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade de três espécies de pulgões hospedeiros ao parasitoide *A. ervi*, observando-se uma possível relação entre o tamanho e a qualidade dos hospedeiros, em diferentes características biológicas do parasitoide.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos afídeos

Os pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* foram coletados em plantas de alface (*Lactuca sativa* L), cultivar Verônica, em cultivo hidropônico, e a espécie *Acyrtosiphum kondoi* Shinji, em plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.) existentes em casa de vegetação, no câmpus da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Em laboratório, foi feita triagem do material e, em seguida, a identificação das espécies de pulgões, baseando-se em chaves propostas por Blackman & Eastop (1984) e Peña-Martínez (1992).

4.2 Criação de *M. euphorbiae*, *A. solani* e *A. kondoi*

Os pulgões coletados de cada espécie foram transferidos, com auxílio de um pincel, para placas de Petri (15 cm), contendo disco foliar de alface (15 cm) ou de folha de ervilha, das cultivares correspondentes, 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 12 horas. A cada quatro dias, ou sempre que necessário, as colônias formadas nas placas de Petri foram transferidas, com auxílio de um pincel de ponta fina, para outra placa contendo novo disco foliar de alface ou de folha de ervilha sobre água/ágar 1%. A partir da segunda geração obtida por esse método, os pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* foram utilizados para criação em plantas, em gaiolas e *A. kondoi* em discos foliares, em placas de Petri (20cm).

Colônias de *M. euphorbiae* e *A. solani*, separadamente, foram utilizadas para iniciar uma criação de manutenção em plantas de alface, em vasos mantidos em gaiolas de acrílico (60x30x30 cm) no laboratório. Foram utilizadas plantas de alface, cultivar Verônica, plantadas em vasos (3L) e com idade entre 20 e 30 dias após a semeadura. Três vasos com plantas de alface, dispostos em gaiolas de acrílico (60x30x30cm), foram infestados com 50 pulgões adultos cada um.

Aos primeiros sinais de inadequação nutricional dessas plantas, ou ao observar movimentação dos pulgões nas paredes das gaiolas, novas plantas de alface foram introduzidas na gaiola. Após o período de 48 horas, tempo suficiente para os pulgões se movimentarem para outra planta, os vasos que continham as plantas velhas foram descartados. Os pulgões *M. euphorbiae* obtidos por esse sistema de criação foram utilizados como hospedeiros para a criação de manutenção do parasitoide *A. ervi*, assim como nos testes com *A. ervi*.

A criação de manutenção do pulgão *A. kondoi* foi feita em placa de Petri (20 cm de diâmetro) contendo discos foliares de ervilha sobre uma camada de ágar/água 1%. Sempre que necessário, tais placas foram substituídas por outras contendo novo disco foliar. Este procedimento foi realizado por quatro gerações destes pulgões, antes dos testes experimentais. Assim, os indivíduos provenientes desta criação foram utilizados nos testes com *A. ervi*.

4.3 Obtenção de *A. ervi*

Pulgões ou múmias coletados em plantas de alface no câmpus da UFLA foram levados ao laboratório com o auxílio de sacos plásticos transparentes. Os pulgões foram mantidos em um buquê composto pelas partes vegetais, de onde os mesmos foram coletados e mantidos em gaiola de acrílico (60x30x30cm). Esses buquês foram vistoriados diariamente, por cerca de uma semana, quanto à presença de múmias. As múmias coletadas no campo e aquelas formadas no laboratório foram individualizadas em tubos de vidro (100 x 8 mm), contendo uma gota de mel puro e outra de água, visando possibilitar a alimentação do parasitoide adulto, logo após a sua emergência. Todo o material foi mantido em sala climatizada, a $22\pm 3^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os parasitoides adultos obtidos foram identificados e aqueles tidos como *A. ervi* foram utilizados para dar início a uma criação de manutenção no laboratório.

4.4 Criação de *A. ervi*

Parasitoides adultos previamente acasalados foram liberados em gaiola de acrílico (60x30x30 cm), contendo planta de alface infestada com *M. euphorbiae*. Visando minimizar o comportamento de defesa e de fuga desse pulgão, quando na presença de parasitoides, esta planta foi introduzida na gaiola cerca de 24 horas antes da liberação dos parasitoides, evitando-se o estresse dos pulgões duas vezes no mesmo dia, uma pela manipulação da planta e outra pelo parasitismo. Aproximadamente cinco dias depois da liberação dos parasitoides, uma nova planta de alface, desta vez oriunda da casa de vegetação e verificada quanto a estar livre de quaisquer doenças ou pragas, foi introduzida na gaiola. Os pulgões que neste momento estavam próximos da mumificação abandonavam a planta original, se movimentando para a nova planta, onde ocorreu a formação das múmias. Após a emergência e o acasalamento dos adultos, as plantas de alface foram substituídas por outra planta que continha colônias de *M. euphorbiae*, dando continuidade à criação dos parasitoides.

Os adultos do parasitoide *A. ervi*, os quais se encontravam na 12ª geração, provenientes da criação de manutenção do laboratório, foram, então, criados e multiplicados em placas de Petri (20 cm de diâmetro), nas plantas correspondentes a cada espécie hospedeira, sobre uma camada de ágar/água 1%, por uma geração nos respectivos pulgões (*M. euphorbiae*, *A. solani* e *A. kondoi*). Foram feitas quatro placas para cada espécie de pulgão, as quais continham cerca de 50 pulgões para cada fêmea. Estas fêmeas foram mantidas nas placas e retiradas após duas horas. Os adultos de parasitoides recém-emergidos de cada espécie de pulgão foram utilizados nos testes de qualidade hospedeira de cada um desses pulgões.

4.5 Qualidade de três espécies de pulgões ao parasitoide *A. ervi*

Uma fêmea de *A. ervi*, com menos de 24 horas de vida, previamente

acasalada e sem experiência de oviposição, foi liberada em uma placa de Petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar de alface cultivar Verônica para *M. euphorbiae* e *A. solani* e um disco foliar de ervilha referente a *A. kondoi* sobre solução ágar/água 1%, e 20 ninfas de segundo e terceiro instares (cerca de 38 a 60 horas de vida) dos respectivos pulgões avaliados. A fêmea do parasitoide foi mantida na placa de Petri por uma hora, observando-se a ocorrência de oviposições. As placas contendo as ninfas dos respectivos pulgões foram vedadas com papel toalha, viradas com essa parte para baixo e mantidas em câmara climática ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) até a formação de múmias. Foram realizadas 11 repetições para cada espécie de pulgão.

Os pulgões foram transferidos para outras placas, contendo novas seções foliares (de acordo com cada planta hospedeira dos pulgões), cinco dias após o parasitismo ou antes, quando necessário. Após a mumificação dos pulgões, eles foram individualizados em tubos de vidro (100 mm x 8mm), até a emergência dos parasitoides adultos. Estes foram alimentados diariamente, com uma gota de mel puro e água, ambos depositados nas paredes do tubo.

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

4.6 Tamanho dos pulgões hospedeiros e do parasitoide *A. ervi*

Para a mensuração dos hospedeiros e dos parasitoides foi padronizada, para o tamanho dos insetos em estudo, a medição do tamanho da tíbia posterior direita de *A. ervi* e das três espécies de pulgões, *M. euphorbiae*, *A. solani* e *A. kondoi*. Uma amostra dos pulgões da mesma colônia oferecida ao parasitoide no experimento anterior foi utilizada para a medição do tamanho das tíbias. Foram utilizadas 15 ninfas de 2º instar de cada espécie de pulgão (tamanho inicial do hospedeiro). De cada ninfa foi retirada a tíbia posterior direita, a qual foi colocada em uma gota de álcool 70%, sob lâmina e lamínula em solução de Hoyer e medida sob microscópio ótico (aumento de 100x) com ocular micrométrica. Fazendo-se uso da mesma metodologia, foram medidas as tíbias de um total de 30 indivíduos, 15 fêmeas e 15 machos de *A. ervi* desenvolvidos em cada espécie de pulgão avaliada. Foi avaliado também o comprimento das tíbias posteriores dos pulgões após a sua mumificação, o que correspondeu ao tamanho final do hospedeiro. Foram comparados o tamanho dos parasitoides emergidos e o tamanho inicial e final dos hospedeiros.

4.7 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos. Foi utilizado esquema fatorial 2x3 (2 sexos x 3 hospedeiros) para comparação do tamanho de machos e fêmeas de *A. ervi*. Para avaliar a razão sexual, foi utilizado o teste qui-quadrado, por meio do Programa Bio Estat 5.0. Para efeito de estudo, antes de se proceder à análise de variância, foram transformados em $\arcsen\sqrt{(x/100)}$ os dados de parasitismo (%) e de emergência (%). Foi realizada análise de variância e, quando significativo, teste de Tukey, a 5%, pelo Programa Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parasitismo por *A. ervi* em diferentes hospedeiros

A porcentagem de parasitismo ou de mumificação variou de 71,36% a 74,02%, em *A. kondoi*, *A. solani* e *M. euphorbiae* (Tabela 1), sendo essa taxa considerada alta para as três espécies de pulgões avaliadas, ou seja, maior que 50%. Logo, o parasitismo foi o mesmo para as três espécies de hospedeiro, não apresentando diferenças estatísticas.

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

Parâmetros avaliados de <i>A. ervi</i> ¹	Hospedeiros (n)		
	<i>A. kondoi</i>	<i>A. solani</i>	<i>M. euphorbiae</i>
¹ Parasitismo (%) ²	71,36 \pm 5,52a (11)	72,01 \pm 6,25a (11)	74,02 \pm 6,14a (11)
¹ Emergência (%) ²	78,66 \pm 4,61a (11)	91,66 \pm 2,88b (11)	92,21 \pm 2,45b (11)
Razão sexual (%) ³	58,27a (11)	70,73a (11)	68,09a (11)
Desenvolvimento (oviposição-múmia) (dias) ¹	8,92 \pm 0,26a (156)	8,65 \pm 0,13a (158)	8,34 \pm 0,08a (163)
Desenvolvimento (múmia-adulto) (dias) ¹	5,37 \pm 0,31a (124)	4,94 \pm 0,09ab (144)	4,66 \pm 0,08b (150)
Desenvolvimento (oviposição-adulto) (dias) ¹	14,01 \pm 0,20a (124)	13,07 \pm 0,22b (144)	13,18 \pm 0,17b (150)
Longevidade fêmeas (dias) ¹	9,90 \pm 0,63a (30)	11,64 \pm 0,42a (30)	10,08 \pm 0,61a (30)
Longevidade machos (dias) ¹	9,27 \pm 0,50a (30)	11,85 \pm 1,54a (30)	8,94 \pm 0,83a (30)

¹Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05).

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

³Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste qui-quadrado ($x^2= 5,83$, P= 0,0542 logo, P>0,05).

Malina & Praslička (2008) observaram porcentagem de parasitismo bastante baixa de *A. ervi* no pulgão *Aphis pomi* De Geer, tanto a 20°C (13,1%) como a 25°C (16,9%), uma vez que este pulgão pertence à tribo Aphidini. Este resultado comprova que *A. ervi* tem preferência por pulgões da tribo Macrosiphini.

Chow & Mackauer (1999) relataram 79,20% de parasitismo de *A. ervi* no hospedeiro *Acyrtosiphum pisum* Harris. Conti et al. (2008) mostraram valor menor (54,4%) do que as taxas encontradas no presente trabalho, tendo *M. euphorbiae* como hospedeiro para *Praon volucre* (Haliday). Este parasitoide também é indicado por Starý et al. (2007) para o controle de Macrosiphini no Brasil.

Estudos conduzidos no campo por Starý et al. (2007) mostraram que *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*. Segundo Schworer & Volkl (2001), *A. solani* também é um hospedeiro natural para *A. ervi*, embora a utilização desse parasitoide como agente de controle deste pulgão ainda tenha sido pouco explorada. No entanto, no presente estudo, observou-se que *A. solani* foi um hospedeiro bem aceito por *A. ervi*, considerando a taxa de parasitismo, que foi de 72,01% (Tabela 1).

As diferenças quanto ao parasitismo em diferentes espécies de hospedeiros em condições de campo, segundo Gardner & Dixon (1985), podem estar mais relacionadas a um comportamento de forrageamento do parasitoide na planta do que propriamente uma preferência. Além disso, pulgões, frequentemente, apresentam autodefesas diante do encontro e do ataque do parasitoide como, retrocedendo, por meio de coices com as pernas posteriores e se jogando da planta hospedeira (Gardner et al., 1984; Liu et al., 1984), o que fato pode afetar a porcentagem do parasitismo de parasitoides em diferentes

hospedeiros.

5.2 Emergência de *A. ervi* em diferentes hospedeiros

A porcentagem de emergência de adultos de *A. ervi* foi significativamente menor em *A. kondoi* (78,66%), quando comparada àquelas correspondentes a *M. euphorbiae* (92,21%) e *A. solani* (91,66%) (Tabela 1). Logo, *A. kondoi* apresentou maior mortalidade, indicando menor qualidade entre os hospedeiros testados. Conti et al. (2008) mostraram valor menor (87,5%) para a emergência de adultos de *P. volucre* no hospedeiro *M. euphorbiae*.

5.3 Desenvolvimento de *A. ervi* em diferentes hospedeiros

O período de desenvolvimento, da oviposição à formação de múmias de *A. ervi*, variou de 8,34 a 8,92 dias, nos três hospedeiros avaliados e sem diferença significativa entre os mesmos (Tabela 1). Estes valores corroboram o encontrado por Sigsgaard (2000), quando avaliou *A. ervi* em *S. avenae* (9,0 dias). 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*, considerando que foi bastante elevado e comprometendo o desenvolvimento desse parasitoide. Conti et al. (2008) obtiveram valor inferior (7 dias) aos encontrados neste estudo, para o parasitoide *P. volucre*, no hospedeiro *M. euphorbiae*.

O período de mumificação à emergência do parasitoide *A. ervi*, em *A. kondoi* (5,37 dias), foi maior quando comparado àquele em *M. euphorbiae* (4,66 dias), não apresentando diferença quando se desenvolveu na espécie *A. solani* (4,94 dias) (Tabela 1). Sigsgaard (2000) constatou 5,4 dias para os mesmos períodos de *A. ervi* em *S. avenae*, a 20°C. Malina & Praslička (2008) também relataram valores próximos ao encontrado neste trabalho, ou seja, de 5,5 dias entre a mumificação de *A. pomi* até a emergência de *A. ervi*.

O desenvolvimento do parasitoide do ovo a adulto foi significativamente maior em *A. kondoi* (14,01 dias), quando comparado àquele em *M. euphorbiae* e *A. solani* (13,18 e 13,07 dias, respectivamente) (Tabela 1). Assim, o menor período de desenvolvimento de *A. ervi* nos pulgões *M. euphorbiae* e *A. solani* pode sugerir maior qualidade dos mesmos como hospedeiros e também torná-los mais indicados para o desenvolvimento e a criação de *A. ervi* em relação a *A. kondoi*.

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 (13,94 dias) comparado àquele para fêmeas (14,31 dias). Já Malina & Praslička (2008) observaram que o desenvolvimento total de *A. ervi* em *A. pomi* foi de 16,65 dias a 20°C. Para o mesmo período de desenvolvimento, foi observado de 17 a 20 dias para *P. volucre*, quando teve como hospedeiros formas vivíparas e ovíparas de *A. pisum* (Pólgar et al., 1995).

Nesse sentido, pode ser delineado de que o período de desenvolvimento de parasitoides afidiíneos permite a mensuração direta da qualidade do hospedeiro e que o menor período de desenvolvimento pode ser considerado a melhor trajetória de crescimento, o que corrobora com observações de Sequeira & Mackauer (1993). Mackauer (1996) verificou que as fêmeas de *A. ervi*, *A. smithi*, *Ephedrus californicus* Backer e *Monoctonus paulensis* (Ashmead) apresentaram igual período de desenvolvimento em hospedeiros do mesmo tamanho.

5.4 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 os machos, a longevidade variou de 8,94 a 11,85 dias e, para as fêmeas, de 9,90 a 11,64 dias, nos três hospedeiros (Tabela

1). Estes valores foram menores que os encontrados para *A. ervi*, quando teve como hospedeiro *A. pomii* (12,29 dias) (Malina & Praslička, 2008).

O ciclo de vida de parasitoides pertencentes ao gênero *Aphidius* é curto (Mackauer, 1996). Steenis (1994) e Carnevale et al. (2003) verificaram, respectivamente, longevidade de 2,6 dias e de 5,5 dias para *L. testaceipes*, no hospedeiro *A. gossypii* e, em *Myzus persicae* (Sulzer), a longevidade foi 3,9 dias. Rodrigues et al. (2003) relataram, para *L. testaceipes*, longevidade média de 4,9 dias.

As razões sexuais de *A. ervi* oriundos de *A. kondoi*, *M. euphorbiae* e *A. solani*, expressa pela porcentagem de fêmeas, foram de 58,27%, 68,09% e 70,73%, respectivamente, sem diferenças significativas entre eles ($\chi^2 = 5,83$, $P = 0,0542$ logo, $P > 0,05$).

5.5 Tamanho dos pulgões hospedeiros e de machos e fêmeas do parasitoide *A. ervi*

Foi observada diferença significativa no tamanho, entre os três pulgões hospedeiros, no momento da oviposição realizada por *A. ervi*. O maior comprimento da tibia posterior direita, ou seja, maior tamanho inicial, foi constatado em *M. euphorbiae* (0,73mm), seguido por *A. solani* (0,58mm) e *A. kondoi* (0,36mm). *A. kondoi* representou o menor pulgão hospedeiro dentre as três espécies avaliadas no seu tamanho inicial, ou seja, antes do desenvolvimento do parasitoide (Tabela 2). Também foi constatada diferença significativa no tamanho final desses hospedeiros, sendo observada uma ordem decrescente de tamanho entre os pulgões parasitados correspondentes a *M. euphorbiae* (1,58mm) > *A. solani* (1,30mm) > *A. kondoi* (0,98mm) (Tabela 2).

TABELA 2 Comprimento da tíbia de pulgões hospedeiros no estágio inicial (2º instar) e no estágio final (múmia).

Espécies hospedeiras	Comprimento de tíbias (mm)			
	Tamanho dos hospedeiros/estágio ¹		Tamanho do parasitoide <i>A. ervi</i> ²	
	Inicial (n)	Final (n)	Fêmea ♀	Macho ♂
<i>A. kondoi</i>	0,36±0,00c (15)	0,98±0,03c (15)	0,64±0,02Ba (15)	0,60±0,02Bb (15)
<i>A. solani</i>	0,58±0,01b (15)	1,30±0,01b (15)	0,72±0,01Aa (15)	0,66±0,01Ab (15)
<i>M. euphorbiae</i>	0,73±0,01a (15)	1,58±0,03a (15)	0,75±0,01Aa (15)	0,66±0,01Ab (15)

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

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

Avaliando-se o tamanho da tíbia posterior direita, as fêmeas de *A. ervi* apresentaram tíbias maiores em relação aos machos, independente da espécie de pulgões na qual foram desenvolvidas. Já parasitoides desenvolvidos em *A. kondoi* foram menores (0,60mm macho; 0,64mm em fêmea) que aqueles desenvolvidos em *M. euphorbiae* (0,66mm macho; 0,75mm fêmea) e *A. solani* (0,66mm macho; 0,72mm fêmea) (Tabela 2). De acordo com Mackauer (1996), entre os Aphidiinae, as fêmeas são maiores que os machos, o que foi constatado em fêmeas de *A. ervi*, *A. smithi*, *E. californicus* e *Monoctonus paulensis* (Ashmead).

Normalmente, hospedeiros que apresentam maior tamanho corpóreo apresentam maior qualidade devido à abundância de recursos a serem explorados pelos parasitoides. Esta qualidade maior do hospedeiro pode ser detectada pelo maior tamanho e maior potencial reprodutivo de parasitoides afidiíneos desenvolvidos em pulgões maiores. Em sua maioria, os parasitoides avaliam o tamanho como um indicador da qualidade do hospedeiro (Sequeira & Mackauer, 1992). Segundo o mesmo autor, a qualidade do hospedeiro não diz

respeito apenas ao seu tamanho, que reflete a biomassa disponível para ser consumida pelo parasitoide, mas também ao período de desenvolvimento do parasitoide, pois, para maximizar seu tamanho em hospedeiros de baixa qualidade, o parasitoide pode reduzir sua taxa de crescimento, aumentando seu período de desenvolvimento.

Dessa maneira, comparando-se o tamanho dos hospedeiros avaliados e do parasitoide *A. ervi*, constatou-se que o parasitoide com maior tamanho foi o que se desenvolveu no maior hospedeiro, *M. euphorbiae*, pulgão que apresentou menor tempo de desenvolvimento e maior taxa de emergência de *A. ervi*. Esses resultados demonstram que *M. euphorbiae* é o mais indicado para *A. ervi* quanto à oviposição e ao desenvolvimento, com taxa de parasitismo de 74,02% e de emergência de 92,21%, comparado com *A. kondoi*, o qual se apresentou como o menor hospedeiro e com menor taxa de emergência (78,66%). Esses resultados indicam que *A. ervi* apresenta potencial promissor como agente de controle biológico destes pulgões, em particular para *M. euphorbiae* e *A. solani*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPHEN, J. J. van; JERVIS, M. A. **Foraging behavior**: insect parasitoids. London: Academic, 1996. 62 p.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops**: an identification guide. Chichester: J. Wiley, 1984. 466 p.
- BUENO, V. H. P. Protected cultivation and research on biological control of pests in greenhouses in Brazil. **IOBC/WPRS Bulletin**, Dijon, v. 22, n. 1, p. 21-24, 1999.
- CARNAVALE, A. B.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glaver e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 293-297, 2003.
- CHOW, A.; MACKAUER, M. Altered dispersal behaviour in parasitised aphids: parasitoid-mediated or pathology? **Ecological Entomology**, Oxford, v. 24, p. 276-283, 1999.
- CHOW, A.; MACKAUER, M. Preference of the aphid parasitoid *Monoctomus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. **Biological Control**, Orlando, v. 20, p. 30-38, 2001.
- COLINET, H.; SALIN, C.; BOIVIN, G.; HANCE, T. H. Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 473-479, 2005.
- DE CONTI, B. F. de; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. The parasitoid *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) as a potential biological control agent of the aphid *Uroleucon ambrosiae* (Hemiptera: Aphididae) on lettuce in Brazil. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 105, n. 3, p. 485-487, 2008.
- GARDNER, S. M.; DIXON, A. F. G. Plant structure and the foraging success of *Aphidius rhopalosiphi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Ecological Entomology**, Oxford, v. 10, p. 171-179, 1985.

- GARDNER, S. M.; WARD, S. A.; DIXON, A. F. G. Limitation of superparasitism by *Aphidius rhopalosiphii*: a consequence of aphid defensive behaviour. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 9, p. 149-155, 1984.
- GASSEN, D. N.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 104, p. 49-51, 1983.
- GULLINO, M. L.; WARDLOW, L. R. Ornamentals. In: ALBAJES, R.; GULLINO, M. L.; LENTEREN, J. C. van; ELAD, Y. **Integrated pest and disease management in greenhouse crops**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 486-506.
- HE, X. Z.; WANG, Q.; TEULON, D. A. J. Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **New Zealand Plant Protection**, New Zealand, v. 57, p. 214-220, 2004.
- HENRY, L. M.; GILLESPIE, D. R.; ROITBERG, B. D. Does mother really know best?: oviposition preference reduces reproductive performance in the generalist parasitoid *Aphidius ervi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 116, p. 167-174, 2005.
- LIU, S.; MORTON, R.; HUGHES, R. D. Oviposition preference of a hymenopterous parasite for certain instars of its aphid host. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 35, p. 249-354, 1984.
- MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 6, p. 959-980, 1996.
- MALAIS, M.; RAVENSBERG, W. J. **The biology of glasshouse pest and their natural enemies**: knowing and recognizing. 2. ed. The Netherlands: Koppert Biological System, 2003. 288 p.
- MALINA, R.; PRASLIČKA, J. Effect of temperature on the developmental rate, longevity and parasitism of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). **Journal Plant Protection Science**, v. 44, p. 19-24, 2008.
- MILNE, W. M. Effectiveness of aphidophagous insects in lucerne. In: NIEMCZYK, E.; DIXON, A. F. G. (Ed.). **Ecology and effectiveness of aphidophaga**. The Hague: SPB Academic, 1988. p. 203-210.

NICOL, C. M. Y.; MACKAUER, M. The scaling of body size and mass in a host-parasitoid association: Influence of host species and stage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 90, p. 83-92, 1999.

PEÑA-MARTINEZ, R. **Identificación de áfidos de importancia agrícola**. Ciudad de México: Centro de Fitopatología, 1992. 135 p.

POLGÁR, L. A.; DARVAS, D.; VÖLKL, W. Induction of dominancy in aphid parasitoids: implications for enhancing their field effectiveness. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 52, p. 19-23, 1995.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Tabela de vida de *Lysiphebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 637-642, 2003.

SCHWÖRER, U.; VÖLKL, W. The foraging behavior of *Aphidius ervi* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) at different spatial scales: resource utilization and suboptimal weather conditions. **Biological Control**, Orlando, v. 21, p. 111-119, 2001.

SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. Nutritional ecology of an insect host-parasitoid association: the pea aphid- *Aphidius ervi* system. **Ecology**, Washington, v. 73, n. 1, p. 183-189, 1992.

SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. Seasonal variation in body size and offspring sex ratio in field populations of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Oikos**, Buenos Aires, v. 68, p. 340-346, 1993.

SIGSGAARD, L. The temperature-dependent duration of development and parasitism of three cereal aphid parasitoids, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphi*, and *Praon volucre*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 95, p. 173-184, 2000.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, p. 107-118, 2007.

STEENIS, M. J. van. Intrinsic rate of increase of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hym.; Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 118, p. 399-406, 1994.

VINSON, S. B.; IWANTSCH, G. F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 25, p. 397-419, 1980.

CAPÍTULO 3

**Competição larval entre *Aphidius ervi* Haliday e *Praon volucre* (Haliday)
(Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) em *Macrosiphum euphorbiae*
(Thomas) (Hemiptera: Aphididae)**

1 RESUMO

Várias espécies de pulgões são importantes pragas em cultivos protegidos e de difícil controle. A competição interespecífica entre parasitoides pode influenciar o tamanho, a estrutura e a estabilidade das comunidades do inseto, podendo conduzir à redução do parasitismo total e do controle da população da praga. Os parasitoides *Aphidius ervi* Haliday e *Praon volucre* (Haliday) são endoparasitoides solitários que apresentam ampla gama hospedeira, parasitando particularmente *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Assim, a utilização conjunta de ambos para o controle de *M. euphorbiae* pode gerar uma competição interespecífica. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a competição larval de *A. ervi* e *P. volucre*, no intuito de determinar a existência da superioridade intrínseca entre os parasitoides em parasitismo múltiplo em *M. euphorbiae*. Foram utilizadas 10 fêmeas de cada espécie, previamente acasaladas com 24-48 horas de vida e ninfas de 2º instar de *M. euphorbiae*, nas seguintes sequências de oviposições: uma oviposição de *A. ervi* e uma subsequente de *P. volucre*, e uma oviposição de *P. volucre* e uma subsequente de *A. ervi*. O intervalo entre as oviposições não excedeu a 3 horas. O número de parasitoides adultos obtidos de cada espécie no multiparasitismo foi de 24 indivíduos de *A. ervi* e 55 de *P. volucre*, quando *A. ervi* ovipositou primeiro e de 23 e 55 espécimes de *A. ervi* e *P. volucre*, respectivamente, quando *P. volucre* foi o primeiro a ovipositar. O parasitoide *P. volucre* apresentou superioridade intrínseca sobre *A. ervi*. A utilização conjunta desses dois parasitoides em programa de controle biológico pode gerar deslocamento competitivo, influenciando a estabilidade de suas populações.

2 ABSTRACT

Several aphids' species are important pest in protected cultivation and their control is difficult. Interspecific competition between parasitoids as biological control agents in the same guild can influence the size, structure and stability of insect communities and may lead to reduction of overall parasitism and pest population regulation by parasitoids. The parasitoids *Aphidius ervi* Haliday and *Praon volucre* (Haliday) are solitary endoparasitoids that have a broad aphid host, particularly *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Thus, the utilization of both species of parasitoids in biological control of *M. euphorbiae* may subject them to interspecific competition. The objective of this work was to evaluate the larval competition, aimed to determine the intrinsic superiority between the two parasitoids after multiparasitism of *M. euphorbiae*. Ten females of each species, previously mated and 24-48h age and nymphs of 2° instar of *M. euphorbiae* were evaluated in the following sequences of oviposition, one oviposition of *A. ervi* and one subsequent of *P. volucre*; and one oviposition of *P. volucre* and one subsequent of *A. ervi*. The interval among ovipositions did not exceed 3h. The number of parasitoids adult obtained of each species in the multiparasitism was of 24 adults of *A. ervi* and 55 of *P. volucre* when *A. ervi* oviposited first, and 23 and 55 specimens of *A. ervi* and *P. volucre* respectively, when *P. volucre* was the first one to oviposit. The parasitoid *P. volucre* showed intrinsic superiority on *A. ervi*. The utilization of both species of parasitoids in biological control programs may cause the competitive displacement, influencing the stability of its populations, and should be seen with care when the target is *M. euphorbiae*.

3 INTRODUÇÃO

A competição larval interespecífica pode ter um efeito muito grande no indivíduo, o que, conseqüentemente, pode influenciar a dinâmica e a estabilidade das populações dos insetos. Pesquisas evidenciam a importância dos efeitos indiretos nas comunidades ecológicas, ou seja, quando duas espécies representadas por parasitoide e hospedeiro interagem e sofrem influência de uma terceira espécie, seja um predador ou um parasitoide. A competição é um efeito indireto que pode limitar, ou mesmo tornar inviável, um programa de controle biológico de insetos (Smith & Lessels, 1985; Bogran et al., 2002; Veen et al., 2006).

O multiparasitismo é um fenômeno natural que ocorre quando um hospedeiro está parasitado por mais de uma espécie de parasitoide, podendo, assim, levar a uma competição intrínseca entre larvas das espécies envolvidas. Entre os endoparasitoides solitários, independente do número de indivíduos ou de espécies envolvidos, somente um adulto emerge em cada hospedeiro parasitado, sendo os demais eliminados pela competição na fase larval (Vinson & Iwantsch, 1980). Dessa forma, os estudos revelam que o parasitismo múltiplo é mais um fator que provavelmente poderá determinar a estrutura das guildas (Bueno et al., 1993).

Os pulgões são importantes pragas em vários cultivos em casas de vegetação e estão frequentemente associados com parasitoides himenópteros, os quais estão representados por várias espécies já utilizadas dentro do controle biológico aumentativo para muitos pulgões de importância econômica. A efetividade desses parasitoides como agentes de controle tem sido amplamente demonstrada em vários trabalhos (Sampaio et al., 2006; Conti et al., 2008; Sampaio et al., 2008; Silva et al., 2008). No Brasil, no início da década de 1980, dentre as 12 espécies de parasitoides que foram introduzidas, destacam-se

Aphidius ervi Haliday e *Praon volucre* (Haliday) (Gassen & Tambasco, 1983). Segundo Conti et al. (2008), *P. volucre* apresenta grande potencial para ser utilizado no controle de *M. euphorbiae* e, de maneira análoga, *A. ervi* é um inimigo natural promissor para o controle dessa espécie de pulgão. Dessa forma, ambos os parasitoides podem ser encontrados parasitando espécies de pulgões, principalmente da tribo Macrosiphini, como, por exemplo, *M. euphorbiae* e assim estarem relacionados às mesmas espécies de hospedeiros, o que pode levar à competição por hospedeiros (Mackauer et al., 1992; Starý et al., 2007).

Pesquisas que focam as competições larvais contribuem decisivamente para a utilização de uma ou duas espécies de parasitoides em conjunto, para o controle biológico de pulgões em sistemas de cultivos protegidos. No entanto, a competição de forma negativa pode limitar o controle, uma vez que a presença de uma espécie de parasitoide introduzida em um sistema pode impedir, por exemplo, a espécie nativa de crescer, devido à ausência de hospedeiros alternativos (Morais & Mescher, 2005).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a competição larval entre *A. ervi* e *P. volucre* em multiparasitismo no pulgão *M. euphorbiae*, visando determinar a ocorrência de superioridade competitiva intrínseca entre estas duas espécies de parasitoides.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção e criação dos pulgões

Plantas de alface, cultivar Verônica, presentes em cultivo hidropônico e contendo colônias de *M. euphorbiae*, foram levadas ao laboratório. Após a identificação, realizada segundo descrições de Peña-Martines (1992), indivíduos da espécie *M. euphorbiae* foram transferidos para recipientes de criação e mantidos em câmara climática a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Estes recipientes foram constituídos por placas de Petri (15cm de diâmetro) contendo discos foliares de alface cultivar Verônica (15 cm de diâmetro) e solução ágar/água 1%. Para evitar a presença de organismos indesejáveis, os discos foliares utilizados foram previamente desinfetados por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio 1%, por cerca de cinco minutos, enxágue em água corrente e subsequente imersão em água destilada por, aproximadamente, dez minutos. A partir dos primeiros sinais de desidratação do disco foliar utilizado para a criação dos pulgões, procedeu-se à transferência das colônias, com o auxílio de um pincel, para uma nova placa.

4.2 Obtenção de *A. ervi* e *P. volucre*

Foram realizadas coletas de pulgões e ou múmias em plantas de alface, cultivar Verônica, para a obtenção de *A. ervi*, e coletas em plantas de falsaserralha, *Emilia sonchifolia* L., visando obter *P. volucre*. As partes dessas plantas que continham pulgões ou múmias foram levadas ao laboratório, com o auxílio de sacos plásticos transparentes, onde o material foi acondicionado para dar início a uma nova geração de ambos os parasitoides.

Em sala climatizada a $22\pm 3^{\circ}\text{C}$, as múmias formadas das duas espécies foram identificadas baseando-se, primariamente, na diferença entre elas. A múmia de *A. ervi* apresenta coloração marrom-dourado e sua larva empupa dentro do hospedeiro. Já a múmia de *P. volucre* possui um aspecto esbranquiçado com presença de fios de seda abaixo do casulo formado, e sua larva empupa completamente fora do hospedeiro.

A partir desta diferenciação, as múmias foram individualizadas em tubos de vidro (100x8 mm) etiquetados, contendo uma gota de mel puro e uma de água, visando possibilitar a alimentação do adulto logo após a sua emergência. Os pulgões ainda não mumificados foram colocados sobre um buquê feito com as partes vegetais nas quais foram encontrados e mantidos em tubos com água, e

armazenados separadamente em gaiolas de acrílico. Esses buquês foram vistoriados por um período de sete dias, tempo suficiente para que houvesse o processo de mumificação dos pulgões parasitados. Após esse período, todas as múmias formadas foram individualizadas e, com a emergência dos parasitoides adultos previamente identificados, *P. volucre* e *A. ervi*, foi possível iniciar a criação dos mesmos.

4.3 Criação de *A. ervi* e *P. volucre*

Os parasitoides adultos de ambas as espécies foram previamente acasalados e liberados separadamente em gaiolas de acrílico (60x30x30 cm) contendo planta de alface infestada com *M. euphorbiae*. Visando minimizar o comportamento de defesa e fuga de *M. euphorbiae*, quando na presença de parasitoides, as plantas de alface foram introduzidas na gaiola cerca de 24 horas antes da liberação dos parasitoides, evitando-se o estresse dos pulgões duas vezes no mesmo dia, uma pela manipulação da planta e outra pelo parasitismo.

Aproximadamente cinco dias depois, uma nova planta de alface, desta vez oriunda da casa de vegetação e livre de quaisquer doenças ou pragas, foi introduzida na gaiola. Os pulgões que, neste momento, estavam próximos da mumificação abandonaram a planta original e movimentaram-se para a nova planta, onde ocorreu a formação das múmias.

Após a emergência e o acasalamento dos adultos, as plantas de alface que continham colônias de *M. euphorbiae* foram substituídas por outra da mesmo cultivar, dando continuidade à criação dos parasitoides.

Os adultos dos parasitoides *A. ervi* e *P. volucre*, provenientes da criação de manutenção do laboratório, foram utilizados nos testes de competição larval interespecífica.

4.4 Competição entre larvas de *A. ervi* e *P. volucre*

Para avaliar a competição larval dos parasitoides *A. ervi* e *P. volucre*, foram utilizadas dez fêmeas de cada uma das espécies, previamente acasaladas com 24-48 horas de vida e ninfas de 2º instar (cerca de 38 horas de vida) de *M. euphorbiae*. Os pulgões parasitados, tanto em parasitismo simples quanto em múltiplo, foram mantidos em placas de Petri (5cm) contendo disco foliar de alface, cv. Verônica (5cm) sobre uma camada de agar/água 1% em câmara climática, a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Para cada fêmea foram oferecidas 30 ninfas de 2º instar de *M. euphorbiae* mantidas em uma arena em placa de Petri (5cm). O parasitismo foi observado sob microscópio estereoscópico, para certificar-se de que cada hospedeiro fosse atacado apenas uma única vez pela fêmea do parasitoide em questão. Assim que foi observada a oviposição em cada pulgão, pela fêmea do parasitoide, estes foram individualizados em placas de Petri (5cm) contendo novo disco foliar. Este procedimento foi realizado até que se completassem as oviposições em 15 pulgões dos 30 que foram oferecidos a cada fêmea de parasitoide. Foram utilizadas as ninfas nas quais a oviposição ocorreu no tórax ou no abdome, seguindo metodologia proposta por Giri et al. (1982) e Sampaio et al. (2008). Foram eliminados os hospedeiros cuja oviposição ocorreu em outra parte do corpo ou quando estes foram apenas provados pelo ovipositor e recusados pelos parasitoides avaliados.

4.5 Parasitismo simples

Para a obtenção de pulgões em parasitismo simples, foram utilizadas três ninfas daquelas 15 que foram parasitadas pela fêmea de *A. ervi* ou *P. volucre*. Nesse sentido, cerca de 20% das ninfas atacadas pelas fêmeas dos parasitoides foram mantidas em parasitismo simples, sendo avaliada, posteriormente, a presença de larvas de parasitoide em seu interior por meio da dissecação. As

demais ninfas foram utilizadas para os testes de pulgões sob multiparasitismo.

4.6 Parasitismo múltiplo

Para a obtenção de pulgões em multiparasitismo, aproximadamente 80% dos pulgões (cerca de 12 indivíduos dos 15 parasitados), atacados por uma fêmea de uma das espécies de parasitoide avaliada, foram oferecidos a outra espécie de parasitoide.

Este teste foi realizado dentro das sequências de oviposições, uma oviposição de *A. ervi* e uma subsequente de *P. volucre* e uma oviposição de *P. volucre* e uma subsequente de *A. ervi*. O intervalo entre as oviposições interespecíficas em um mesmo pulgão hospedeiro não excedeu o período de quatro horas.

Dos 12 indivíduos de *M. euphorbiae* obtidos em multiparasitismo representados em cada uma das 10 repetições, cerca de 3 afídeos (o que representa 25%) foram dissecados após 3 dias da oviposição, para verificar a presença ou não de larvas de ambas as espécies de parasitoides no mesmo hospedeiro. Em cada sequência de oviposições, foram dissecados 30 pulgões em multiparasitismo, o que correspondeu ao total de 60 pulgões dissecados. Os demais hospedeiros em multiparasitismo, os 75% restantes em multiparasitismo (cerca de 9 indivíduos) para cada sequência de oviposição, foram mantidos até que fossem formadas as múmias. Quatro dias após a oviposição, esses pulgões foram transferidos para uma placa de Petri (5cm) contendo novo disco foliar. As múmias formadas foram individualizadas em tubos de vidro (100mm x 8mm) e observadas diariamente até a emergência dos parasitoides adultos, os quais foram identificados e contados, obtendo-se, assim, o número de indivíduos adultos de cada espécie de parasitoide encontrados em multiparasitismo.

4.7 Porcentagem de oviposições efetivas (OE) e número corrigido (NC) de parasitoides no parasitismo múltiplo

Por meio da observação em microscópio estereoscópico, obteve-se a porcentagem de ataques dos parasitoides que efetivamente resultaram em oviposição. Nesse sentido, os pulgões mantidos em parasitismo simples (n=30) de cada parasitoide testado foram dissecados e avaliados quanto à porcentagem daqueles que continham larvas do parasitoide. Esta porcentagem foi considerada a de oviposições efetivas (OE), o que permitiu corrigir o número de parasitoides adultos obtidos no parasitismo múltiplo (N), para ambas as espécies de parasitoides, segundo a metodologia proposta por Volkl & Stadler (1991). Foi considerado que o número de indivíduos da espécie de parasitoide “A”, que realmente se desenvolveu no multiparasitismo, isto é, o número corrigido de parasitoides em parasitismo múltiplo (NCA), foi o número corrigido de parasitoides emergidos da espécie “A” (NA), multiplicado pela oviposição efetiva da espécie “B” (OEB) dividida por 100. Logo, o número de indivíduos de *P. volucre* que realmente se desenvolveram no parasitismo múltiplo (NCP_v), foi obtido pela fórmula $NCP_v = NP_v \times OE_{Ae}/100$ e o mesmo foi aplicado para *A. ervi*: $NCA_e = NA_e \times OE_{Pv}/100$.

O número estimado de parasitoides que devem ser encontrados para cada espécie de parasitoide após o parasitismo simples no pulgão hospedeiro, se nenhuma eliminação seletiva ocorrer, poderá ser obtido multiplicando-se o número de todos os adultos emergidos de ambas as espécies pela porcentagem efetiva da espécie em questão. Assim, o número previsto de indivíduos de *A. ervi* (NEA_e) após o parasitismo simples é $[NEA_e = (NA_e + NP_v) \times (OE_{Ae}/100)]$, em que é NA_e é o número de *A. ervi* emergidos, NP_v é o número de *P. volucre* e OE_{Ae} é a porcentagem de oviposição efetiva por *A. ervi*. O número estimado (NEP_v) de indivíduos de *P. volucre* após o parasitismo simples é $[NEP_v = (NA_e + NP_v) \times (OE_{Pv}/100)]$.

4.8 Análise de dados

Para as análises estatísticas foram considerados os números corrigidos de parasitoides (NCAe e NCPv). Para avaliar a influência da sequência das oviposições no número de parasitoides emergidos de cada espécie no multiparasitismo foi utilizado o teste de associação para tabelas de contingência, que determina a associação entre duas variáveis para certificar se uma variável depende da outra (Rosner, 1994). Foi considerada hipótese nula de que ambas as espécies emergiriam na mesma proporção, independente da sequência das oviposições. O programa utilizado para os testes foi o Bio Estat 5.0.

O impacto da presença de uma espécie parasitoide na outra em multiparasitismo no pulgão hospedeiro foi avaliado comparando-se o número de parasitoides de cada espécie após o parasitismo múltiplo do hospedeiro (NAe e NPv) com o número estimado das duas espécies de parasitoides após o parasitismo simples no hospedeiro (NEAe e NEPv). Nesta análise também foi utilizado o teste de associação para tabelas de contingência (Rosner, 1994).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de oviposições efetivas em parasitismo simples, tanto para *A. ervi* como para *P. volucre*, correspondeu a 83% (Tabela 1). Este valor de parasitismo simples (83%) foi maior que o encontrado por Conti et al. (2008) (54,4%) para *M. euphorbiae* como hospedeiro de *P. volucre* e semelhante ao relatado (79,20%) por Chow & Mackauer (1999) para *Acyrtosiphum pisum* Harris como hospedeiro para *A. ervi*. Malina & Praslička (2008) observaram menor porcentagem de parasitismo de *A. ervi* no pulgão *Aphis pomi* De Geer (13,1%). Cloutier et al. (2000) constataram 90,4% de parasitismo simples de *Aphidius nigripes* Ashmead em *M. euphorbiae*. Sampaio et al. (2006) encontraram oviposições efetivas altas para os parasitoides *Aphidius colemani*

Viereck (92%) e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (72%) em *Aphis gossypii*.

TABELA 1 Porcentagem de *Macrosiphum euphorbiae* com larvas dos parasitoides *Aphidius ervi* e *Praon volucre*, após uma ou duas oviposições/pulgão e porcentagem de oviposições efetivas (EO).

Número e sequência das oviposições	% de <i>M. euphorbiae</i> com larvas de parasitoides (n=30)			% oviposições efetivas (OE)
	Sem larva	1 larva	2 larvas	
Uma oviposição de <i>A. ervi</i>	17	83	-----	OEA _e = 83%
Uma oviposição de <i>P. volucre</i>	17	83	-----	OEP _v = 83%
Uma oviposição de <i>A. ervi</i> + uma <i>P. volucre</i>	0	30	70	OEA _e +P _v = 70%
Uma oviposição de <i>P. volucre</i> + uma <i>A. ervi</i>	7	43	50	OEP _v +A _e = 50%

O alto valor de oviposições efetivas, tanto de *A. ervi* como de *P. volucre*, se deu, provavelmente, devido à inclusão apenas de hospedeiros parasitados no tórax e no abdome, o que também foi verificado por Giri et al. (1982) e Sampaio et al. (2008).

Foi observada diferença significativa no multiparasitismo de *M. euphorbiae*, quando presentes *A. ervi* e em *P. volucre*. Quando houve oviposição de *A. ervi* e a subsequente de *P. volucre*, foram encontrados 70% de pulgões contendo duas larvas de parasitoides. Já quando houve uma oviposição de *P. volucre* e uma seguida de *A. ervi*, o número de pulgões contendo duas larvas foi de 50% (Tabela 1). Persad & Hoy (2003) observaram que, em uma oviposição de *Lipolexis scutellaris* Mackauer seguida de *L. testaceipes*, foram registrados 63,0% dos pulgões *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) apresentando duas larvas,

tendo o valor maior (87,5%) sido observado quando *L. testaceipes* ovipositou antes de *L. scutellaris*. No entanto, esses autores usaram um tempo de 0,25 horas na exposição do segundo parasitoide para a oviposição. No presente estudo, o intervalo de exposição foi de 4 horas, sugerindo que *A. ervi* pode ter sofrido alguma interferência com a busca anterior de *P. volucre* pelo hospedeiro. Entretanto, ressalta-se que não foi constatado qual foi o mecanismo de eliminação do concorrente, seja por ataque físico ou a supressão fisiológica.

Embora também não tenha sido observado o reconhecimento do hospedeiro parasitado por *P. volucre* ou *A. ervi* neste estudo, Bai & Mackauer (1991) relataram que *A. ervi*, geralmente, não oviposita em *A. pisum*, quando o mesmo se encontra parasitado por *Aphelinus asychis* Walker. Estes mesmos autores demonstraram que *A. ervi*, quando submetido a uma chance de escolha entre o hospedeiro *A. pisum* parasitado e não parasitado por *A. asychis*, sua opção é parasitar naqueles não parasitados.

Em contrapartida, foi demonstrado, em estudos com *A. ervi* e *Aphidius smithi* Sharma and Subba Rao que o primeiro obteve uma competição larval superior, sob a maioria das condições, representada tanto pelo número de múmias formadas como de adultos emergidos (Chua et al., 1990; McBrien & Mackauer, 1991). Meisner et al. (2007) verificaram, em campo e em laboratório, que *Praon pequodorum* Viereck foi melhor competidor que *A. ervi*, quando foram oferecidas aos parasitoides duas espécies de pulgões, *A. pisum* e *Therioaphis trifolii* form *maculata* (Buckton). A presença do hospedeiro alternativo *T. maculata* aumentou a taxa de parasitismo de *P. pequodorum* no pulgão *A. pisum* (75%), quando comparada à ausência de *T. maculata* (66%). Logo, aumentou-se a competitividade de *P. pequodorum*.

O número de parasitoides adultos de *A. ervi* e *P. volucre* obtidos de cada espécie de parasitoide no multiparasitismo foi de 24 indivíduos de *A. ervi* e 55 para *P. volucre*, quando *A. ervi* ovipositou primeiro e 23 e 49 indivíduos de *A.*

ervi e *P. volucre*, respectivamente, quando *P. volucre* foi o primeiro a ovipositar (Tabela 2).

TABELA 2 Número (N) e número corrigido (NC) de parasitoides adultos de *Aphidius ervi* (NA.e e NCA.e) e de *Praon volucre* (NP.v e NCP.v) emergidos no multiparasitismo em *Macrosiphum euphorbiae*.

Parasitoides adultos obtidos	Parasitoide que ovipositou primeiro*		Total
	<i>A. ervi</i> (n=90)	<i>P. volucre</i> (n=90)	
NA.e	24	23	47
NPv	55	49	104
Total	79	72	151
NCAe	20 a	19a	39B
NCPv	46 a	41a	87A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo Teste G de independência, com correção de Williams, a 5% (Test-G= 0,0269).

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo Teste de Associação para Tabela de Contingência a 1% ($\chi^2 = 0,027$).

Bueno et al. (1993) não encontraram diferenças significativas entre os números de adultos emergidos de *A. ervi* e *A. smithi* em multiparasitismo no pulgão *A. pisum*, mencionando que *A. ervi* pode ter sofrido interferência com a procura de *A. smithi* pelo hospedeiro. Maior número de adultos de *L. testaceipes* foi encontrado quando comparado ao de *A. colemani* emergido em parasitismo múltiplo (Sampaio et al., 2006). Persad & Hoy (2003) também obtiveram maior número de *L. testaceipes* em relação a *L. scutellaris* em multiparasitismo.

O número corrigido de indivíduos adultos para cada espécie de parasitoide no multiparasitismo, ou seja, o número de indivíduos de parasitoides que realmente se desenvolveram no parasitismo múltiplo foi de 20 e 19 indivíduos de *A. ervi* e de 46 e 41 indivíduos de *P. volucre* (Tabela 2). O número

de adultos emergidos de cada espécie de parasitoide não diferiu significativamente em função das duas sequências de oviposição (Test-G/Williams= 0,0269, P= 0,8696 > 0,05). Este valor relacionado a *P. volucre* foi mais que o dobro de adultos emergidos, quando comparado ao de *A. ervi*, independente da sequência de oviposição. Logo, o número de *P. volucre* emergidos em parasitismo múltiplo foi significativamente maior do que o de *A. ervi* ($\chi^2 = 0,027$, P= 0,8687) (Tabela 2).

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que *P. volucre* foi superior competidor larval, apresentando maior número de adultos emergidos em relação a *A. ervi*. Ficou demonstrado que a sequência de oviposição não afetou a competição entre as larvas de *A. ervi* e *P. volucre*, assegurando que o intervalo de quatro horas entre as oviposições não beneficiou nenhuma das espécies que ovipositou antes ou depois. Resultado semelhante foi encontrado por Sampaio et al. (2006), com intervalo de oviposições que não excedeu a três horas e, segundo Bai & Mackauer (1991), o resultado da competição larval entre *A. ervi* e *A. asychis* também não foi afetado pela sequência de oviposição.

Também foi possível observar que ambas as espécies de parasitoides influenciaram negativamente na emergência da outra (Tabela 3). O número de parasitoides emergidos em parasitismo múltiplo (47 e 104 para *A. ervi* e *P. volucre*, respectivamente) foi significativamente menor do que aquele esperado em parasitismo simples (125 indivíduos para as duas espécies de parasitoides) (Tabela 3). No entanto, pode-se perceber que a influência de *P. volucre* sobre a emergência de *A. ervi* foi bem maior do que a de *A. ervi* sobre *P. volucre*. O número de *A. ervi* emergido em parasitismo múltiplo foi 2,6 vezes menor do que o esperado em parasitismo simples; já para *P. volucre*, o número emergido em multiparasitismo foi 1,2 vez menor do que o esperado em parasitismo simples.

TABELA 3 Número (N) de parasitoides adultos emergidos após o multiparasitismo de *M. euphorbiae* e número estimado (NE) após o parasitismo simples de *A. ervi* e *P. volucre*.

Tipo de parasitismo	Espécies de parasitoides	
	<i>A. ervi</i> (n= 151)	<i>P. volucre</i> (n= 151)
N (multiparasitismo)	47 A	104 A
EN (parasitismo simples)	125 B	125 B

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de associação para tabela de contingência a 1% ($\chi^2 = 13,70$ e $(p) = 0,0002$).

Dessa forma, foi possível notar que *P. volucre* tem grande potencial para reduzir a população de *A. ervi*, embora a presença de *A. ervi* também possa reduzir a população de *P. volucre*, devido à competição larval, mesmo sendo *P. volucre* intrinsecamente superior.

Logo, está claro que liberações multiespecíficas de inimigos naturais devem constituir uma ferramenta predominante contra as pragas. Assim, é possível supor que, se as duas espécies de parasitoides forem introduzidas juntas em programas de controle biológico, poderá gerar uma competição entre elas, devido à interferência de *P. volucre* no desenvolvimento final de *A. ervi* por meio do parasitismo múltiplo.

Os resultados comprovaram que *P. volucre* possui, provavelmente, maior agressividade, o que determinou que esta espécie tivesse superioridade intrínseca sobre *A. ervi*, envolvendo o desenvolvimento larval e o número de adultos emergidos. Assim, a utilização conjunta de *A. ervi* e *P. volucre* pode gerar deslocamento competitivo de *A. ervi*, influenciando a estabilidade de suas populações. Relatos de Chua et al. (1990) demonstram que populações de *A. smithi* foram introduzidas para o controle de *A. pisum*. No entanto, estas populações de *A. smithi* declinaram drasticamente depois de certo tempo,

sugerindo que houve um deslocamento competitivo ocasionado pela introdução de *A. ervi*, parasitoide com maior amplitude hospedeira e superior em competição larval.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que *P. volucre* foi intrinsecamente superior a *A. ervi*. Dessa forma, não é aconselhável a utilização conjunta dos dois parasitoides para o controle biológico de *M. euphorbiae*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAI, B.; MACKAUER, M. Recognition of heterospecific parasitism: competition between Aphidiid (*Aphidius ervi*) and Aphelinid (*Aphelinus asychis*) parasitoids of Aphids (Hymenoptera: Aphidiidae; Aphelinidae). **Journal of Insect Behavior**, Dordrecht, v. 4, n. 3, p. 333-345, 1991.
- BOGRAN, C. E.; HEINZ, K. M.; CIOMPERLIK, M. A. Interspecific competition among insect parasitoids: field experiments with whiteflies as hosts in cotton. **Ecology**, Washington, v. 83, p. 653-668, 2002.
- BUENO, V. H. P.; GUTIERREZ, A. P.; RUGGLE, P. Parasitism by *Aphidius ervi* (Hym.: Aphididae): preference for pea aphid and blue alfafa aphid (hom.: aphididae) and competition with *A. smithi*. **Entomophaga**, Paris, v. 38, n. 2, p. 273-284, 1993.
- CHOW, A.; MACKAUER, M. Altered dispersal behaviour in parasitised aphids: parasitoid-mediated or pathology? **Ecological Entomology**, Oxford, v. 24, p. 276-283, 1999.
- CHUA, T. H.; GONZALEZ, D.; BELLOWS, T. Searching efficiency and multiparasitism in *Aphidius smithi* and *A. ervi* (Hym: Aphidiidae), parasites of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Hom.: Aphididae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 110, p. 101-106, 1990.
- CLOUTIER, C.; DUPERRON, J.; TERTULIANO, M.; MCNEIL, J. N. Host instar, body size and fitness in the koinobiotic parasitoid *Aphidius nigripes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 97, p. 29-40, 2000.
- DE CONTI, B. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. The parasitoid *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) as a potential biological control agent of the aphid *Uroleucon ambrosiae* (Hemiptera: Aphididae) on lettuce in Brazil. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 105, n. 3, p. 485-487, 2008.
- GASSEN, D. N.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 104, p. 49-51, 1983.
- GIRI, M. K.; PASS, B. C.; YERGAN, K. V.; PARR, J. C. Behavior, net reproduction, longevity, and mummy-stagy survival of *Aphidius matricariae* (Hym. Aphidiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 27, n. 2, p. 147-153, 1982.

MACKAUER, M.; BAI, B.; CHOW, A.; DANYK, T. Asymmetrical larval competition between two species of solitary parasitoid wasps: the influence of superparasitism. **Ecological Entomology**, Maryland, v. 17, n. 3, p. 233-236, 1992.

MALINA, R.; PRASLIČKA, J. Effect of temperature on the developmental rate, longevity and parasitism of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). **Journal Plant Protection Science**, v. 44, p. 19-24, 2008.

MCBRIEN, H.; MACKAUER, M. Heterospecific larval competition and host discrimination in two species of aphid parasitoids: *Aphidius ervi* and *Aphidius smithi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 56 n. 2, p. 145-153, 1991.

MEISNER, M.; HARMON, J. P.; IVES, A. R. Presence of an unsuitable host diminishes the competitive superiority of an insect parasitoid: a distraction effect. **Population Ecology**, Tokyo, v. 49, p. 347-355, 2007.

MORAIS, C. M. de; MESCHER, M. C. Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 564-570, 2005.

PEÑA-MARTINEZ, R. **Identificación de afidos de importancia agrícola**. Ciudad Del México: Centro de Fitopatología, 1992. v. 2, 135 p.

PERSAD, A. B.; HOY, M. A. Intra and interspecific interactions between *Lysiphlebus testaceipes* and *Lipolexis scutellaris* on *Toxoptera citricida*. **Journal of Economic Entomology**, Gainesville, v. 96, p. 564-569, 2003.

ROSNER, B. **Fundamentals of biostatistics**. Harrisonburg: Duxbury, 1994. 681 p.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; CONTI, B. F. de. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 105, p. 489-494, 2008.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; SOGLIA, M. C. M.; CONTI, B. F. de; RODRIGUES, S. M. M. Larval competition between *Aphidius colemani* and *Lysiphlebus testaceipes* after multiparasitism of the host *Aphis gossypii*. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 59, p. 147-151, 2006.

SILVA, R. J.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Qualidade de diferentes espécies de pulgões como hospedeiros do parasitóide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, p. 173-179, 2008.

SMITH, R. H.; LESSELLS, C. M. Oviposition, ovicide and larval competition in granivorous insects. In: SIBLY, R.; SMITH, R. H. (Ed.). **Behavioural ecology**. Oxford: [s.n.], 1985. p. 423-448.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, p. 107-118, 2007.

VEEN, F. J. F. van; MORRIS, R. J.; GODFRAY, H. C. J. Apparent competition, quantitative food webs, and the structure of phytophagous insect communities. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 187-208, 2006.

VINSON, S. B.; IWANTSCH, G. F. B. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 25, p. 397-419, 1980.

VOLKL, W.; STADLER, B. Interspecific larval competition between *Lysiphlebus testaceipes* and *Aphidius colemani* (Hym.: Aphidiidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 111, p. 63-71, 1991.