



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PARASITISMO DE *Aphidius colemani* VIERECK, 1912
(HYMENOPTERA: APHIDIIDAE) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
Myzus persicae (SULZER, 1776) E PREFERÊNCIA POR *M. persicae* E
Aphis gossypii GLOVER, 1877 (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

MARCUS VINICIUS SAMPAIO

1999

48133

33713MFN

MARCUS VINICIUS SAMPAIO

**PARASITISMO DE *Aphidius colemani* VIERECK, 1912
(HYMENOPTERA: APHIDIDAE) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
Myzus persicae (SULZER, 1776) E PREFERÊNCIA POR *M. persicae* E
Aphis gossypii GLOVER, 1877 (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora
Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
1999

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

Sampaio, Marcus Vinicius

Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e preferência por *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae / Marcus Vinicius Sampaio. – Lavras : UFLA, 1999.

73 p. : il.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Controle biológico. 2. Parasitismo. 3. Densidade de hospedeiro. 4. Preferência. 5. Pulgão. 6. *Aphidius colemani*. 7. *Myzus persicae*. 8. *Aphis gossypii*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.754

-632.96

MARCUS VINICIUS SAMPAIO

**PARASITISMO DE *Aphidius colemani* VIERECK, 1912
(HYMENOPTERA: APHIDIDAE) EM DIFERENTES DENSIDADES DE
Myzus persicae (SULZER, 1776) E PREFERÊNCIA POR *M. persicae* E
Aphis gossypii GLOVER, 1877 (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 18 de outubro de 1999

Dr. Ivan Cruz

CNPMS/EMBRAPA

Dr.^a Raquel Pérez Maluf

UFLA



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

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A meus pais, Dolar e Thereza (*In memoriam*) pelo apoio e confiança no decorrer de todos esses anos, sem os quais minha vida não teria o mesmo sentido,

DEDICO

Aos meus irmãos, Manoel Antônio, Roberto, Fátima, Leila, Lísia, Rosane, Rogério, Lenita, Dolar, Denise, Danilo, Marco Antônio, Marco Aurélio e Gilberto pelo apoio, dedicação e amizade,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de concretização do curso de mestrado.

À Prof^a Vanda Helena Paes Bueno, pela orientação com competência e profissionalismo, além da dedicação à melhoria do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento dos meus estudos.

Ao Dr^o Joop C. van Lenteren, pela valiosa contribuição neste trabalho através de suas sugestões e indagações.

À Dr^a Raquel Pérez-Maluf, pelo companheirismo e indispensável colaboração nos experimentos e na revisão deste trabalho.

Ao Prof. Marcelo T. Tavares, pela identificação de *Aphidius colemani* Viereck, 1912.

A Dr^a Rebeca Peña-Martínez pela identificação de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Aphis gossypii* Glover, 1877.

Aos professores do Departamento de Entomologia, em especial ao Prof. Jair C. de Moraes, pela amizade, apoio e sugestões.

À Aleandra, pelo carinho, paciência e compreensão, que tornou mais alegre os momentos felizes e mais brando os de tempestade.

Aos amigos Alim, Alysson, Amilcar, Danilo, Gerson, Fernando, Ivanildo, Luís Guilherme, Nélio, Paulo Marinho, Rodrigo, Simone, Wagner e Wilson, pela cooperação e fraternidade.

Aos colegas do curso de pós-graduação Ana, André, Garibalde, João, Kátia, Keila, Leila, Roberta, Sandra, Sérgio e Valdirene.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Anderson, Edvaldo, Fábio, Lisiane Marli e Nazaré, pela ajuda e cordial convivência.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 CARACTERES MORFOLÓGICOS DE <i>MYZUS PERSICAE</i>	3
2.2 CARACTERES MORFOLÓGICOS DE <i>APHIS GOSSYPII</i>	3
2.3 IMPORTÂNCIA DOS AFÍDEOS <i>MYZUS PERSICAE</i> E <i>APHIS GOSSYPII</i>	4
2.4 ASPECTOS BIOLÓGICOS E IMPORTÂNCIA DA FAMÍLIA APHIDIIDAE.....	5
2.5 ASPECTOS BIOLÓGICOS E PARASITISMO DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> VIERECK, 1912 (HYM: APHIDIIDAE).....	8
2.6 RESPOSTA FUNCIONAL.....	10
2.7 SELEÇÃO DO HOSPEDEIRO.....	12
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO 2: PARASITISMO DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> VIERECK, 1912 (HYMENOPTERA: APHIDIIDAE) EM DIFERENTES DENSIDADES DE <i>MYZUS PERSICAE</i> (SULZER, 1776) (HEMIPTERA.: APHIDIDAE).....	
1 RESUMO.....	18
2 ABSTRACT.....	19
3 INTRODUÇÃO	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 CRIAÇÃO DE PULGÕES	22

4.1.1 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO	22
4.1.2 CRIAÇÃO DE MANUSEIO	22
4.2 CRIAÇÃO DE PARASITÓIDES	22
4.3 RESPOSTA FUNCIONAL DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM DIFERENTES DENSIDADES DE <i>MYZUS PERSICAE</i>	23
4.4 COMPORTAMENTO DE BUSCA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM DIFERENTES DENSIDADES DE <i>MYZUS PERSICAE</i>	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 RESPOSTA FUNCIONAL DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM DIFERENTES DENSIDADES DE <i>MYZUS PERSICAE</i>	26
5.2 COMPORTAMENTO DE BUSCA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM DIFERENTES DENSIDADES DE <i>MYZUS PERSICAE</i>	33
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
6 CONCLUSÕES	40
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 3: PREFERÊNCIA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> VIERECK 1912 (HYMENOPTERA: APHIDIIDAE) POR <i>MYZUS PERSICAE</i> (SULZER, 1776) E <i>APHIS GOSSYPII</i> GLOVER, 1877 (HEMIPTERA: APHIDIDAE)	44
1 RESUMO	44
2 ABSTRACT	45
3 INTRODUÇÃO	46
4 MATERIAL E MÉTODOS	49
4.1 CRIAÇÃO DE PULGÕES	49
4.1.1 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO	49
4.1.2 CRIAÇÃO DE MANUSEIO	49
4.2 CRIAÇÃO DE PARASITÓIDES	49

4.3 PREFERÊNCIA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM TESTE SEM CHANCE DE ESCOLHA POR <i>MYZUS PERSICAE</i> E <i>APHIS GOSSYPHII</i>	50
4.4 PREFERÊNCIA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM TESTES SEM E COM CHANCE DE ESCOLHA POR <i>MYZUS PERSICAE</i> E <i>APHIS GOSSYPHII</i>	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1 PREFERÊNCIA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM TESTE SEM CHANCE DE ESCOLHA POR <i>MYZUS PERSICAE</i> E <i>APHIS GOSSYPHII</i>	53
5.2 PREFERÊNCIA DE <i>APHIDIUS COLEMANI</i> EM TESTES SEM E COM CHANCE DE ESCOLHA POR <i>MYZUS PERSICAE</i> E <i>APHIS GOSSYPHII</i>	56
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
6 CONCLUSÕES	67
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO	71

RESUMO

SAMPAIO, Marcus Vinicius. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e preferência por *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). Lavras: UFLA, 1999. 73p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)*

Este trabalho teve como objetivos determinar o tipo de resposta funcional do parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, bem como a sua razão sexual e comportamento de busca em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) e a preferência por ninfas de 2º e 3º instares de *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover. A resposta funcional de *A. colemani* foi do tipo II, tanto para o número de múmias formadas, quanto para o número de hospedeiros aceitos. A razão sexual não sofreu influência significativa da densidade do hospedeiro ($P \leq 0,05$). A correlação encontrada entre o número de encontros e o de hospedeiros aceitos foi positiva e significativa ($R=0,86$ e $p=0,0001$), tendo influência o número de encontros no aumento do parasitismo nas diferentes densidades de *M. persicae*. O tempo da primeira visita de *A. colemani* não sofreu alterações com as diferentes densidades quando os hospedeiros estavam presentes, porém o parasitóide permaneceu no disco foliar por um tempo menor, quando não haviam hospedeiros. O parasitismo, em teste de preferência sem chance de escolha, foi de 52 e 75% para *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente, indicando preferência pela espécie *A. gossypii*. Não houve diferença no número de encontros entre o parasitóide e as duas espécies de pulgões em testes sem e com chance de escolha, sendo a preferência definida pela maior aceitação e pelo maior número total de larvas de *A. colemani* encontradas em *A. gossypii* do que em *M. persicae*, nos testes com e sem chance de escolha. A correlação entre o número de toques longos do ovipositor/hospedeiro e o número de larvas encontradas foi positiva e significativa ($R=0,92$ e $p=0,0001$), demonstrando ser possível estimar o parasitismo através dos toques longos com o ovipositor (hospedeiros aceitos). Observando-se o percentual de hospedeiros com larva, não houve preferência nos testes com chance de escolha, porém no sem chance de escolha, *A. colemani* preferiu *A. gossypii*. Em relação ao superparasitismo, verificou-se que apenas uma larva de *A. colemani* apresentava-se viva e nenhum dos hospedeiros parasitados apresentava ninfas em formação em seu interior.

*Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

ABSTRACT

SAMPAIO, Marcus Vinicius. Parasitism of *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphidiidae) at different densities of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) and host preference for *M. persicae* and *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera; Aphididae). Lavras: UFLA, 1999. 73p. (Dissertation - Master in Entomology)*

This research aimed to determine the functional response of the parasitoid *Aphidius colemani* Viereck as well as its sex ratio and search behaviour at different densities of *Myzus persicae* (Sulzer) and host preference for 2nd and 3rd instar nymphs of *M. persicae* and *Aphis gossypii* Glover. The functional response of *A. colemani* was the type II, both to the number of mummies formed and the number of hosts accepted. Sex ratio of the parasitoid did not show any significative influence from the density of the host ($P \leq 0.05$). The correlation between the number of encounters and the number of hosts accepted was both positive and significant ($R=0.86$, $p=0.0001$), the encounter number having influence on the increase of the parasitism at the different densities of *M. persicae*. The time of the first visit of *A. colemani* did not have alterations with the different densities when the hosts were present, but the parasitoid remained on the leaf disk for a shorter time, when there were no hosts. The parasitism in without choice test was of 52 and 75% for *M. persicae* and *A. gossypii*, respectively, what points out preference for the species *A. gossypii*. There were no differences in the number of encounters between the parasitoid and the two species of aphids under with and without choice tests, the preference being defined by the greatest acceptance and total number of *A. colemani* larvae found on *A. gossypii* than on *M. persicae* in the with and without choice tests. The correlation between the number of stings of the ovipositor/host and the number of larvae found was positive and highly significant ($R=0.92$ and $p=0.0001$), showing to be possible to estimate the parasitism through the stings with the ovipositor (accepted hosts). Through the percent of hosts with larvae, there was no preference in the with chance test but in the without choice one, *A. colemani* preferred *A. gossypii*. Relative to the superparasitism, it was found that only a larvae of *A. colemani* presented itself alive and none of the parasited hosts presented forming nymphs inside them.

*Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os pulgões ou afídeos são pragas chaves em diversas culturas no campo e também com grande relevância em cultivos protegidos (Starý, 1993). O controle químico desses insetos tem causado problemas como resistência a inseticidas (Schelt, Douma e Ravensberg, 1990; Starý, 1993; Furiatti, Lázzari e Almeida, 1996) e redução na longevidade e fecundidade de alguns de seus inimigos naturais (Hagvar e Hofsvang, 1991). Assim, vários estudos têm sido direcionados para métodos alternativos de controle como o biológico, onde o papel desempenhado pelos parasitóides é de grande importância (Starý, 1993).

Os pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) são cosmopolitas e polípagos causando danos em plantas cultivadas devido a sucção da seiva, a depreciação de frutos através do surgimento de fungos sobre o seu excremento (honeydew) e a transmissão de viroses (Blackman e Eastop, 1984; Carver, 1989; Peña-Martínez, 1992a). De acordo com Gilkeson e Klein (1981), os pulgões são a principal praga em cultivos protegidos no Canadá, e segundo Schelt (1994) *M. persicae*, *A. gossypii*, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) e *Macrosiphium euphorbiae* (Thomas) são as quatro espécies de pulgões dominantes naqueles cultivos na Holanda.

O controle biológico de afídeos tem sido efetivamente conseguido, em escala comercial, com o uso de himenópteros parasitóides das famílias Aphidiidae e Aphelinidae e dípteros predadores da família Cecidomyiidae na Europa e Canadá (Bennison e Corless, 1993; Gilkeson, 1990; Schelt, 1994). O parasitóide *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Aphidiidae) é o principal agente controlador dos pulgões *M. persicae* e *A. gossypii* em utilização na Europa,

sendo liberado em conjunto com o predador *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) e com sucesso no controle desses pulgões em diversas culturas em casas-de-vegetação (Steenis e El-Khawass, 1995; Lenteren, 1997b). No Brasil, exceto pelo controle bem sucedido dos pulgões do trigo na Região Sul do País (Gassen e Tambasco, 1983), pouco se conhece sobre a viabilidade do controle biológico de pulgões através do uso de parasitóides, e a carência de estudos faz com que outros métodos de controle, além do químico, não estejam disponíveis como alternativa para manter em níveis satisfatoriamente baixos as populações de pulgões nas culturas de importância econômica.

Em virtude do pouco conhecimento a respeito e com o intuito de se obter maiores esclarecimentos sobre os aspectos biológicos e comportamentais de parasitóides da família Aphidiidae, este trabalho teve como objetivos: determinar a resposta funcional, a razão sexual e avaliar o comportamento de busca do parasitóide *Aphidius colemani* sobre o pulgão *M. persicae*, assim como a sua preferência pelos pulgões *M. persicae* e *A. gossypii*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracteres morfológicos de *Myzus persicae*

O gênero *Myzus* Passerini é composto por cerca de 55 espécies, sendo *M. persicae* a mais importante do ponto de vista agrícola (Blackman e Eastop, 1984). Os pulgões ápteros da espécie *M. persicae* têm coloração que varia de verde amarelado a verde pálido e os alados são bem característicos, apresentando a cabeça e o tórax de coloração café e uma placa central esclerosada e verde escura na região dorsal do abdome. Tanto ápteros quanto alados apresentam os tubérculos antenais altos e convergentes, que dão à frente um aspecto de “W”, e as antenas quase do mesmo comprimento do corpo (Peña-Martínez, 1992b). Os pulgões dessa espécie apresentam de 1,2 a 2,3 mm de comprimento (Blackman e Eastop, 1984).

2.2 Caracteres morfológicos de *Aphis gossypii*

Segundo Blackman e Eastop (1984) o gênero *Aphis* L. é o maior em número de espécies da família Aphididae, composto por mais de 400 espécies. A coloração dos pulgões ápteros da espécie *A. gossypii* é bastante variada, podendo-se encontrar exemplares amarelos, em diferentes tons de verde e negro; os alados apresentam a cabeça e o tórax negros, abdome verde escuro com tons de amarelo devido às ninfas em formação no seu interior (Peña-Martínez, 1992b). O comprimento do corpo varia de 0,9 a 1,8 mm, os sifúnculos são negros e apresenta antenas mais curtas que o corpo (Blackman e Eastop, 1984).

2.3 Importância dos afídeos *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*

Os afídeos formam um importante grupo de insetos vetores de viroses em várias plantas cultivadas, onde são pragas chaves em muitas culturas de importância econômica. Sua reprodução pode ser sexuada, normalmente em regiões de clima temperado, ou por partenogênese telitoca, na qual são originadas apenas fêmeas, sendo esta a mais comum em regiões tropicais (Peña-Martínez, 1992a).

Segundo Ilharco (1992), os pulgões podem ser classificados em três grupos de acordo com a amplitude de famílias de plantas que se alimentam: os polípagos alimentam-se de um número grande de famílias, os oligófagos utilizam como hospedeiro um número reduzido de famílias e os monófagos alimentam-se apenas de plantas da mesma família.

A espécie *Myzus persicae* Sulzer é polífaga, alimentando-se de plantas de mais de 40 famílias, inclusive diversas plantas de importância econômica e é vetor de mais de 100 viroses de plantas (Blackman e Eastop, 1984). No Brasil tem como plantas hospedeiras com relevância econômica a batata, alface, espinafre, fumo, gladiolo, nabo, pêssego, pimentão, tomate e algodão (Mariconi, 1981). Segundo Fereres, Avilla, Collar *et al.* (1996), é a praga mais importante do pimentão na Espanha, onde pode causar uma redução maior do que 65% no tamanho dos frutos se não controlado.

Segundo Blackman e Eastop (1984), *Aphis gossypii* Glover tem como plantas hospedeiras o algodoeiro, pepino, citrus, café, cacau, beringela, pimentão, batata e muitas plantas ornamentais. É uma espécie polífaga e capaz de transmitir 50 viroses de plantas. Atualmente *A. gossypii* é a principal praga do pepino em cultivos protegidos na Europa (Shelt, Douma e Havensberg, 1990; Steenis e El-Khawass, 1995).

Os afídeos *M. persicae* e *A. gossypii* estão entre as principais pragas de hortaliças em casa-de-vegetação (Lenteren, 1997a). Gilkeson (1990) e Shipp,

Boland e Shaw (1991) citam *M. persicae* como a praga chave do pimentão (*Capsicum annuum*) no Canadá e Shelt, Douma e Ravensberg (1990) mencionam que a resistência de *A. gossypii* ao pirimicarbe e a sua alta taxa de reprodução, levaram a utilização de inseticidas de largo espectro, o que acarretou sérias interferências no manejo integrado de pragas da cultura do pepino na Holanda, ambos os exemplos em casas-de-vegetação.

De acordo com Mariconi (1981), no Brasil o pulgão *M. persicae* é nocivo à cultura da batata por provocar deformações nas partes de crescimento e pela inoculação de viroses e *A. gossypii* é uma das mais importantes pragas das cucurbitáceas e do algodoeiro, onde ao sugar a seiva provoca a atrofia e engruvinhamento das folhas novas e brotos. Brioso (1996) relata que *M. persicae* e *A. gossypii* são os principais vetores de três importantes doenças viróticas do pimentão no Brasil: o CMV (*Cucumber Mosaic Virus*) o PLRV (*Potato Leaf Roll Virus*) e o PVY (*Potato Virus Y*).

2.4 Aspectos biológicos e importância da família Aphidiidae

A maioria dos parasitóides de afídeos são himenópteros das famílias Aphidiidae e Aphelinidae (Iharco, 1992). A família Aphidiidae (Ichneumonoidea) é a mais importante e especializada, com todas as espécies parasitando exclusivamente pulgões (Hagvar e Hofsvang, 1991). Segundo Starý (1988) os afidiídeos são endoparasitóides (desenvolvem-se no interior do corpo do hospedeiro) solitários (apenas um indivíduo tem desenvolvimento completo por hospedeiro), os adultos têm coloração predominante preta ou marrom, sendo comum o amarelo, laranja e o amarelo-amarronzado, e de acordo com Tizado e Nuñez-Perez (1991) medem de 1,5 a 4,5 mm de comprimento.

No mundo, são conhecidos mais de 60 gêneros e subgêneros e mais de 400 espécies de afidiídeos. Porém, nas regiões tropicais a entomofauna é

constituída de poucos grupos endêmicos e algumas espécies cosmopolitas. A maioria das espécies encontra-se no hemisfério norte, nas regiões de clima subtropical. Os gêneros mais comuns são: *Adialytus* Förster, *Aphidius* Nees, *Diaeretiella* Starý, *Ephedrus* Haliday, *Lipolexis* Förster, *Lysiphlebus* Förster, *Monoctonus* Haliday, *Pauesia* Quilis, *Praon* Haliday e *Trioxys* Haliday (Starý, 1988).

O acasalamento pode ocorrer logo após a emergência dos adultos, os machos podem acasalar com mais de uma fêmea e as fêmeas apenas uma vez (Starý, 1988). A reprodução em Aphidiidae é normalmente biparental arrenotoca, isto é, ovos não fertilizados produzem machos e fertilizados apenas fêmeas (Hagvar e Hofsvang, 1991). Segundo Hagen e Bosch (1968), os afidiídeos podem parasitar todos os estágios de desenvolvimento dos pulgões, exceto os ovos, e os alados são os menos atacados.

A seleção do hospedeiro pelo afidiídeo envolve uma série de passos, desde a localização das plantas hospedeiras dos pulgões até a avaliação de sua adequabilidade e regulação. Inicialmente a fêmea do parasitóide tem de localizar a planta onde seus hospedeiros normalmente ocorrem (localização do habitat do hospedeiro), depois há a localização do hospedeiro na planta. O próximo passo é a avaliação do hospedeiro, o qual é examinado pelo parasitóide através de toques com as antenas e ovipositor para decidir pela sua aceitação ou rejeição. Na seqüência vem a suscetibilidade do hospedeiro, que define o desenvolvimento do parasitóide (Doutt, 1959; Vinson, 1976) e a regulação do hospedeiro, envolvendo as diversas modificações provocadas pelo parasitóide em seu hospedeiro (Vinson e Iwantsch, 1980).

O encontro entre a fêmea do parasitóide e o pulgão é representado pelo toque das antenas no hospedeiro. Caso o considere adequado, o parasitóide dobra o abdome passando-o por debaixo do tórax e toca o hospedeiro com o ovipositor; esse toque pode ser curto, sendo mais um mecanismo de prova do

parasitóide, ou longo onde é feita a oviposição e representa a aceitação do hospedeiro (Spencer, 1926).

Na fase de larva, o parasitóide apresenta 4 ínstares, com os três estágios iniciais alimentando-se da hemolinfa do hospedeiro e no último dos tecidos do mesmo; no fim do seu desenvolvimento, quando resta apenas a epiderme do afídeo, a larva do parasitóide ataca a face ventral do hospedeiro, colando-o na superfície da folha através de secreções produzidas em glândulas especializadas e é formada a pupa do parasitóide, a epiderme restante do pulgão endurece e forma a múmia (Starý, 1988; Hagvar e Hofsvang, 1991).

Várias espécies de afidiídeos têm sido utilizadas no mundo para o controle de pulgões. Segundo Gassen e Tambasco (1983), de 1978 a 1982 foram introduzidas 14 espécies de himenópteros parasitóides para o controle do complexo de pulgões do trigo nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, onde dez espécies pertenciam a família Aphidiidae, com seis do gênero *Aphidius* Nees; os afidiídeos introduzidos foram *Aphidius colemani* Viereck, *A. ervi* Haliday, *A. pascuorum* Marshall, *A. picipis* (Nees), *A. rhopalosiphi* De Stefani, *A. uzbekistanicus* Luzhetskii, *Ephedrus plagiator* (Nees), *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Praon gallicum* Starý e *P. volucre* (Haliday).

No Rio Grande do Sul, houve uma redução na porcentagem de lavouras com pulverização para controle de pulgões da ordem de 90%, seis anos após o início das liberações. No Paraná, segundo Morales (informação pessoal), obteve-se uma redução de 100% no número de aplicações de inseticidas para o controle de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), principal pulgão praga do trigo no Estado, sendo *A. colemani* o mais efetivo entre os parasitóides encontrados.

Com relação ao controle biológico de pulgões em casas-de-vegetação, tem sido utilizado um afidiídeo em conjunto com o predador *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) (Schelt, Douma e Ravensberg, 1990; Gilkeson, 1990; Bennison e Corless, 1993). Segundo Schelt (1994), a

utilização de parasitóides sem a presença de um predador tem restrições em grandes infestações de pulgões, pois os parasitóides evitam entrar em grandes colônias devido à possibilidade de ficarem presos no “honeydew” produzido pelos pulgões e pela ocorrência de hiperparasitóides que limitam a ação do parasitóide.

Das quatro principais espécies de pulgões encontradas em cultivos protegidos na Europa (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani* e *Macrosiphium euphorbiae*), pelo menos duas, *M. persicae* e *A. gossypii*, são eficientemente controladas através da utilização comercial de parasitóides afidiídeos: *Aphidius colemani* utilizado para o controle de ambas as espécies e *A. matricariae* Viereck, para o controle de *M. persicae* (Lenteren, 1997b).

2.5 Aspectos biológicos e parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck, 1912

(Hym: Aphidiidae)

O endoparasitóide solitário *Aphidius colemani* Viereck (Hym.:Aphidiidae) utiliza como hospedeiro várias espécies de pulgões e por isso é classificado como um parasitóide generalista, tendo sido encontrado no Chile parasitando os pulgões *Aphis craccivora* Koch, *A. fabae* Scopoli, *A. gossypii* Glover, *A. hederiae* Kaltenbach, *A. ruborum* (Börner), *A. spiracula* Patch, *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), *B. persicae* (Passerini), *B. schwartzi* (Börner), *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Dysaphis apiifolia* (Theobaldo), *Macrosiphum rosae* (Linné), *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Myzus ornatus* Laing, *M. persicae* (Sulzer), *Nasonovia ribisnigri* (Mosley), *Ropalosiphum maidis* (Fitch), *R. nymphaeae* (Linné), *R. padi* (Linné), *Schizaphis graminum* (Rondani), *Sitobium avenae* (Fabricius), *S. fragaridae* (Walker), *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) e *Uroleucon aemus* (Hille Ris Lambers) (Stary, Gerding, Norambuena *et al.*, 1993).

O parasitóide *A. colemani* tem grande eficiência no controle dos pulgões *M. persicae* e *A. gossypii* e tem sido utilizado amplamente para o controle desses afídeos em cultivos protegidos na Europa (Schelt, 1994). Também tem sido utilizado em programas de controle biológico de pulgões em várias partes do mundo, como no Brasil para o controle biológico dos pulgões do trigo *S. graminum*, *M. dirhodum* e *S. avenae*, no Chile para o controle de *M. dirhodum* e *S. avenae* (Starý, Gerding, Norambuena *et al.* 1993) e na ilha de Tonga, no Oceano Pacífico, para o controle do pulgão *Pentalona nigronervosa* Coquerel, vetor de várias doenças da bananeira. Apesar de não haver constatação de *A. colemani* parasitando *P. nigronervosa* no campo, o parasitóide se estabeleceu em Tonga, sendo encontrado parasitando *A. gossypii* (Wellings, Hart, Kami *et al.* 1994).

Segundo Steenis (1993) uma fêmea de *A. colemani* tem a capacidade de colocar em média 302 ovos durante a sua vida reprodutiva, em temperatura de 20°C e 388 ovos em 25°C, com longevidade de 5,8 e 4,4 dias em 20 e 25°C respectivamente.

O número médio de *A. gossypii* parasitados por fêmea em um dia é de 132 hospedeiros e o período de desenvolvimento até a formação das múmias é de 11,2 e 8,3 dias nas temperaturas 18 e 22°C respectivamente (Schelt, 1994).

Segundo Steenis (1993) o período de desenvolvimento de *A. colemani*, de ovo a adulto utilizando *A. gossypii* como hospedeiro é de 12,5 dias em temperatura de 20°C e de 10 dias em temperatura de 25°C. Hagvar e Hofsvang (1991) encontraram 14,2 dias para o período de desenvolvimento de *A. colemani* em temperatura de 21°C, utilizando *M. persicae* como hospedeiro. Para Steenis (1993), é provável que a espécie hospedeira seja a responsável pela diferença no período de desenvolvimento do parasitóide.

Através da avaliação da longevidade, fecundidade, período de desenvolvimento e mobilidade do adulto de *A. colemani*, Schelt (1994) concluiu

que se trata de um estrategista-r, pois tem pequena longevidade, alta fecundidade, curto período de desenvolvimento e grande mobilidade quando adulto, além de ser adaptado às condições de monocultura encontradas em cultivos protegidos.

2.6 Resposta funcional

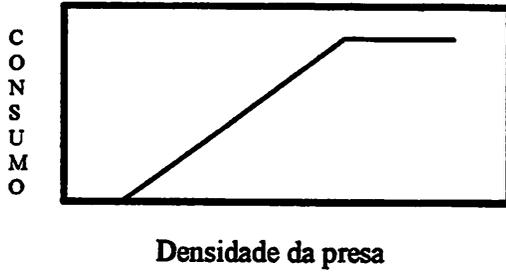
Em função de suas densidades, insetos hospedeiros e presas podem ser utilizados em diferentes proporções por inimigos naturais e causar alterações na população de parasitóides e predadores. Solomon (1949) citado por Holling (1961) denominou a relação entre a proporção de hospedeiros e presas explorados em função de suas densidades de resposta funcional, e de resposta numérica o efeito causado pela sua densidade na população do inimigo natural.

De acordo com Holling (1959) citado por Hassell, Lawton e Beddington (1977), existem três tipos de resposta funcional: tipo I, o número de presas utilizadas pelo predador cresce de forma linear, com o aumento das presas disponíveis, até um patamar máximo; tipo II, o número de presas consumidas sofre um aumento gradativo com o aumento de sua densidade até um patamar máximo; tipo III, o consumo aumenta de forma sigmóide até uma assíntota superior (Figura 1).

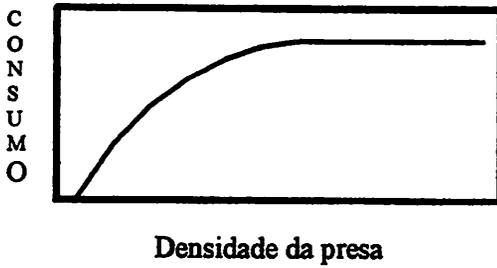
A porcentagem de presas consumidas apresenta-se de forma diferente nas respostas tipo I, II e III: na resposta tipo I permanece constante nas densidades mais baixas e sofre uma queda nas maiores densidades, na tipo II vai diminuindo com o aumento da densidade e na tipo III apresenta um leve incremento nas densidades mais baixas e diminui nas densidades mais altas (Holling, 1959, citado por Pandey, Singh, Kumar *et al*, 1982).

O número de hospedeiros ou presas explorados por determinada espécie de inimigo natural é estimado em função do tempo em que ambos ficam

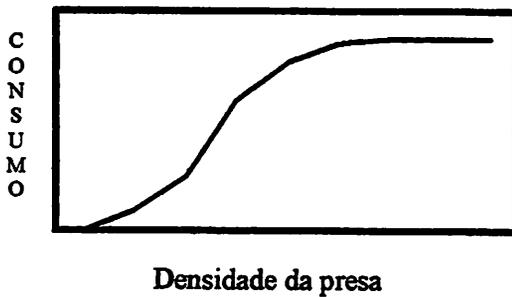
TIPO I



TIPO II



TIPO III



FIFURA 1 Três tipos de resposta funcional propostos por Holling (1959) em função da densidade da presa ou hospedeiro

expostos um ao outro, a taxa de busca bem sucedida e o tempo de manuseio; outros componentes, tais como fome, limitação através de comportamento defensivo do hospedeiro ou presa e aprendizagem do predador ou parasitóide, embora importantes, são considerados secundários (Tostowlaryk, 1972).

Segundo O'Neil (1990) os modelos básicos de resposta funcional têm sido modificados intensamente para incorporar outros aspectos da relação predador/presa e parasitóide/hospedeiro, tais como o nível de exploração do predador pela presa, a capacidade em discriminar o hospedeiro, o comportamento aleatório de busca e o efeito de presas alternativas sobre a forma da curva funcional.

A resposta funcional é um processo importante nas interações populacionais, já que com o aumento da população de um inseto presa ou hospedeiro a sua proporção explorada por um predador ou parasitóide pode aumentar, fazendo com que esse inseto tenda a ser controlado (Lenteren e Bakker, 1976). O conhecimento das adaptações dos inimigos naturais às alterações nas densidades das pragas, principalmente quando essas são baixas, é de fundamental importância em um programa de controle biológico, podendo ser decisivo na escolha do inimigo natural mais adequado, na quantidade a ser liberada e no momento mais propício para a sua liberação, em função da densidade da praga alvo. Segundo O'Neil (1990) pode-se retardar ou até mesmo evitar um dano severo de uma praga através da correta utilização de um inimigo natural, levando em conta suas adaptações às baixas densidades da praga.

2.7 Seleção do hospedeiro

O hospedeiro selecionado pela fêmea do parasitóide é fundamental no sucesso do desenvolvimento da nova geração de parasitóides (Vinson e Iwantsch, 1980). Fazem parte da seleção do hospedeiro a localização do habitat

do hospedeiro, a localização do hospedeiro no sítio da planta onde se encontra, a aceitação do hospedeiro, a sua suscetibilidade (Doutt, 1959; Vinson, 1976) e a regulação pelo parasitóide (Vinson e Iwantsch, 1980).

Segundo Mackauer, Michaud e Völkl (1996) as fêmeas de parasitóides da família Aphidiidae utilizam uma variedade de informações para detectar e avaliar um hospedeiro, como características olfativas associadas ao hospedeiro ou a planta, assim como para a localização do pulgão e de seu habitat; após a localização inicia-se o processo de aceitação do hospedeiro, dividido em três etapas: reconhecimento, avaliação e aceitação do hospedeiro propriamente dita.

Ainda segundo os autores, características como cor, forma e movimentos dos afideos são identificadas a distância, sem contato físico, fazem parte do seu reconhecimento como hospedeiro potencial e estimulam o parasitóide a movimentar-se em sua direção; a avaliação da qualidade e suscetibilidade do hospedeiro se dá através de toques com as antenas (encontro) e prova com o ovipositor (toques curtos com o ovipositor). A suscetibilidade e a qualidade do hospedeiro vão definir se esse tem características fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento das formas jovens do parasitóide; a qualidade do hospedeiro depende da espécie e do potencial de crescimento do espécime avaliado. Após a avaliação, o hospedeiro é aceito ou rejeitado, quando aceito o parasitóide oviposita no hospedeiro, sendo a oviposição reconhecida através do toque longo com o ovipositor.

Vários inimigos naturais utilizam mais de uma espécie como presa ou hospedeiro. Quando existe mais de uma espécie disponível como hospedeiro, elas podem não ser exploradas na mesma proporção, por uma ser mais facilmente detectada ou subjugada, ou ainda por ser mais adequada, representando maiores possibilidades reprodutivas para o parasitóide, e sendo utilizada em maior número, neste caso define-se que o inimigo natural teve preferência pelo hospedeiro (Luck, 1984).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNISON, J.A.; CORLESS, S.P. Biological control of aphids on cucumbers: further development of open rearing units or "banker plants" to aid establishment of aphid natural enemies. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). **Integrated control in glasshouse**. [S.l.]: IOBC/WPRS, 1993. p.5-8. (IOBC/WPRS Bulletin, v. 16, n. 2).
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984. 466p.
- BRIOSO, P.S.T. Doenças causadas por vírus em pimentão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.184, p.74-80, 1996.
- CARVER, M. Biological control of aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (eds.). **Aphids: biology their, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989.v.C, p.141-165.
- DOUTT, R.L. The biology of parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.4, p.161-182, 1959.
- FERERES, A.; AVILLA, C.; COLLAR, J.L. *et al.* Impact of various yield-reducing agents on open-field sweet peppers. **Environmental Entomology**, Lanham, v.25, n.5, 1996.
- FURIATTI, R.S.; LÁZZARI, S.M.N.; ALMEIDA, A.M.R. Técnica para a detecção de carboxylase em *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v.25, p.151-152, 1996.
- 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.
- GILKESON, L.A. Biological control of aphids in greenhouse sweet peppers and tomatoes. In: BRODSGAAD, H.; BENNISON, J. LENTEREN, J.C. van. **Integrated control in glasshouses**. [S.l.]: IOBC/WPRS, 1990. p.64-70. (IOBC/WPRS Bulletin, v.13, n.5).
- GILKESON, L.A.; KLEIN, M. **Biological control of greenhouse aphids**. Charlottetown: The Ark Project, 25p., 1981.

- HAGEN, K.S.; BOSCH, R. van den. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.13, p.325-384, 1968.
- HAGVAR, E.B.; HOFVANG, T. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. *Biocontrol News and Information*, London, v.12, n.1, p.13-41, 1991.
- HASSEL, M.P.; LAWTON, J.H., BEDDINGTON, J.R. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. *Journal of Animal Ecology*, v.46, p.249-262, 1977.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology*, v.6, p.163-182, 1961.
- ILHARCO, F.A. *Equilíbrio biológico de afídeos*. Braga: Fundação Colouste Gulbenkian, 1992, 303p.
- LENTEREN, J.C. van. The biotic growth reducing factors: animal pests, diseases, and weeds – Insects and mites. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). *Integrated pest management in protected cultivation*. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997a. v.1, p.ir.
- LENTEREN, J.C. van. Biological control. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). *Integrated pest management in protected cultivation*. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997b. v.2, p.ir.
- LENTEREN, J.C. van; BAKKER, K. Functional responses in invertebrates. *Netherlands Journal of Zoology*, v.26, n.4, p.567-572, 1976.
- LUCK, R.F. Principles of arthropod predation. In: HUFFAKER; C.B., RABB, R.L. (eds.). *Ecological Entomology*. North Carolina: Wiley-Interscience, 1984, p.497-528.
- MACKAUER, M.; MICHAUD, J.P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v.128, n.6, p.959-980, 1996.
- MARICONI, F.A.M. *Insetícidas e seu emprego no combate às pragas*, 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. tomo II, 200p.

- O'NEIL, R.J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. In: LISS, A.R. (ed.). **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases.** 1990. p.83-96.
- PANDEY, R.K.; SINGH, R.; KUMAR, A. *et al.* Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* an aphidiid parasitoid of *Aphis craccivora*. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie, Hamburg und Berlin**, v.93, p.164-175, 1982.
- PEÑA-MARTÍNES, R. Biología de afidos y su relación con la transmisión de virus. In: URIAS, M.C.; RODRÍGUES, M.R.; ALEJANDRE, A.T. (eds.). **Afidos como vectores de virus en México.** México: Centro de Fitopatología, 1992a.v.1, p.11-35.
- PEÑA-MARTÍNES, R. Identificación de afidos de importancia agrícola.. In: URIAS, M.C.; RODRÍGUES, M.R.; ALEJANDRE, A.T. (eds.). **Afidos como vectores de virus en México.** México: Centro de Fitopatología, 1992b.v.2, 135 p.
- SCHULT, J. van. The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouses. **Experimental and Applied Entomology**, Amsterdam, v.5, p.151-155, 1994.
- SCHULT, J. van; DOUMA, J.B; RAVENSBERG, W.J. Recent developments in the control of aphids in sweet peppers and cucumbers. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). **Integrated control in glasshouse.**[S.l.]: IOBC/WPRS, 1990. p.190-193. (IOBC/WPRS BULLETIN, v.13, n.5).
- SHIPP, J.L.; BOLAND, G.J.; SHAW, L.A. Integrated pest management of disease and arthropod pest of greenhouse vegetable crops in Ontario: Current status and future possibilities. **Canadian Journal Plant Science**, n.71, p.887-914, 1991.
- SPENCER, H. Biology of the parasites and hyperparasites of aphids. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.19, n.2, p.119-157, 1926.
- STARÝ, P. Aphidiidae. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (eds.). **Aphids: biology their, natural enemies and control.** Amsterdam: Elsevier, 1988.v.B, p.171-184.

- STARÝ, P. Alternative host and parasitoid in first method in aphid pest management in glasshouses. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg and Berlin, v.116, p.187-191, 1993.
- STARÝ, P.; GERDING, M.; NORAMBUENA, H. *et al.* Environmental research on aphid parasitoid biocontrol agents in Chile (Hym., Aphidiidae; Hom., Aphidoidea). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg and Berlin, v.115, p.292-306, 1993.
- STEENIS, M.J. van. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* (Glov.) (Hom., Aphididae), at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg and Berlin, v.116, n.2, p.192-198, 1993.
- STEENIS, M.J. van; EL-KHAWASS, K.A.M.H. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.76, n.2, p.121-131, 1995.
- TIZADO, E.J.; NUÑEZ-PEREZ, E. Aportación al conocimiento en España de los parasitoides de la subfamilia Aphidiinae (Hym. Braconidae). **Boletín de Sanidade Vegetal- Plagas**, Madrid, v. 17, p.545-554, 1991.
- TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swainel* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodipionidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.104, p.61-69, 1972.
- VINSON, S.B. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.21, p.109-133, 1976.
- VINSON, S.B.; IWANTSCH, G.F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.25, p.397-419, 1980.
- WELLINGS, P.W.; HART, P.J.; KAMI, V. *et al.* The introduction and establishment of *Aphidius colemani* Viereck (Hym., Aphidiinae) in Tonga. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.118, p.419-428, 1994.

CAPÍTULO 2

Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae)

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivos determinar a resposta funcional do parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, através do número de múmias formadas, e a sua razão sexual, na temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ e densidades 20, 40, 60 e 80 *Myzus persicae* (Sulzer) sobre folhas destacadas de pimentão. Também foram avaliados a sua resposta funcional através do número de hospedeiros aceitos e o seu comportamento de busca, com observações em microscópio estereoscópico, na temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$, densidades 0, 4, 8, 16 e 32 *M. persicae* sobre discos foliares de pimentão (43mm) e em placas de Petri (50mm). A resposta funcional de *A. colemani* foi a do tipo II, tanto para o número de múmias formadas (12,4, 22,7, 33,0 e 31,6), quanto para o número de hospedeiros aceitos (0, 4,1, 6,8, 13,2 e 19,2), com um aumento gradativo do número de hospedeiros utilizados com o aumento da densidade do hospedeiro, até estabilizar-se. A razão sexual tendeu a ser favorável às fêmeas (57,20, 52,44, 62,60 e 54,38% dos parasitóides emergidos), não sofrendo influência significativa da densidade do hospedeiro ($P \leq 0,05$). O número de toques com a antena do parasitóide nos hospedeiros (encontros) foi aumentando gradativamente com o aumento da densidade do hospedeiro, sofrendo um aumento brusco na densidade mais alta (32 hospedeiros), indicando um aumento na busca do parasitóide na maior densidade de *M. persicae*. O tempo da primeira visita de *A. colemani* não sofreu alterações com as diferentes densidades quando os hospedeiros estavam presentes (variando de 1526,9 a 1638,0 segundos) porém o parasitóide permaneceu no disco foliar por um tempo menor (340,1 segundos), quando não haviam hospedeiros.

*Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

2 ABSTRACT

The objectives of this research are to determine the functional response of the parasitoid *Aphidius colemani* Viereck, by the number of mummies formed and its sexual ratio at a temperature of $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ and densities of 20, 40, 60 and 80 *Myzus persicae* (Sulzer) on broken off sweet-pepper leaves, as well as its functional response to number of hosts accepted. Also was to evaluate its search behaviour with observations made with a stereoscopic microscope at temperature of $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, densities of 0, 4, 8, 16 and 32 *M. persicae* on leaf discs of sweet-pepper leaves (43mm) into Petri dishes (50mm). *A. colemani*'s functional response was of type II, both to the number of mummies formed (12.4; 22.7; 33.0 and 31.6) as to the number of hosts accepted (0; 4.1; 6.8; 13.2; and 19.2), with a gradative increase in the number of hosts utilized with the increase in host density till this became stable. The sexual ratio tended to favour the females (57.2; 52.44; 62.6 and 54.38% of the emerged parasitoids), not showing any significant influence in density from the host ($P\leq 0.05$). The number of touches made by the parasitoid's antennae on their hosts (encounters) continued to increase with the increase in host density, suffering a brusque increase at the highest density (32 hosts), indicating an increase in the parasitoid's search where the density of *M. persicae* was highest. The time of the first visit of *A. colemani* showed no alterations in relation to the different densities when the hosts were present (varying from 1526.9 to 1638.0 seconds) however the parasitoid remained on the leaf disk for less time (340.1 seconds) when no hosts were present.

*Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

3 INTRODUÇÃO

O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) é uma espécie cosmopolita, polífaga e no mundo são relatados mais de 500 espécies de plantas, de 50 famílias, como suas hospedeiras (Peña-Martínes, 1992). Tem grande importância na transmissão de viroses, tendo sido relatado como vetor de mais de 120 doenças de plantas (Blackman e Eastop, 1984) e de acordo com Furiatti, Lázzari e Almeida (1996), tem-se constatado a evolução da resistência a diversos inseticidas em populações de *M. persicae*. Segundo Gilkeson (1990) *M. persicae* é a principal praga do pimentão no Canadá, infestando também plantações de tomate em cultivos protegidos onde o seu controle químico causa interferências no controle biológico da mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, realizado com o parasitóide *Encarsia formosa* Gahan.

Dentre os agentes biológicos utilizados no controle de *M. persicae*, encontra-se o parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, que é um endoparasitóide solitário de pulgões, com origem na região entre o Mediterrâneo e a Ásia Central e desde 1992 comercializado para o controle dos pulgões *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover em cultivos protegidos na Europa (Lenteren, 1997). De acordo com Steenis (1993a) o parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae* não é influenciado pela espécie de hospedeiro onde o parasitóide foi criado, quando comparados parasitóides oriundos de criações de *M. persicae* e *A. gossypii*.

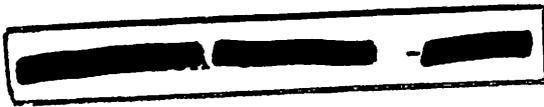
Em função da sua densidade, presas e hospedeiros podem ser explorados por predadores e parasitóides em diferentes proporções. Solomon (1949) citado por Holling (1961) propôs dois termos para descrever a relação entre a predação e a densidade populacional da presa, posteriormente aplicadas aos parasitóides: a resposta funcional, relativa ao número de presas consumidas; e a resposta numérica, relativa a densidade do predador.

Segundo Lenteren e Bakker (1976) tanto as respostas numérica quanto

funcional são processos importantes nas interações populacionais, já que se a população de predadores ou a porcentagem de presas consumidas aumenta com o aumento da população da presa, a atuação dos processos ocorrendo em conjunto ou separadamente pode controlar a presa. Segundo O'Neil (1990) é importante conhecer as adaptações comportamentais dos inimigos naturais em altas e, principalmente, baixas densidades das pragas alvos em um programa de controle biológico, sendo possível retardar ou até mesmo evitar um dano severo utilizando-se estratégias baseadas nas adaptações dos agentes biocontroladores às diferentes densidades das pragas.

Também a razão sexual de um inimigo natural é um fator importante para a sua avaliação como agente de controle biológico, pois é de acordo com o número de fêmeas geradas e do seu período reprodutivo que o seu crescimento populacional é determinado (Brooijmans e Lenteren, 1997). Segundo Starý (1988), a densidade de hospedeiros disponíveis para a fêmea afidiídeo, pode interferir na razão sexual de sua prole através do aumento da geração de fêmeas quando ocorre um incremento na densidade do hospedeiro. De acordo com Mackauer, Michaud e Völkl (1996), após a avaliação de seus hospedeiros, as fêmeas afidiídeos determinam se os ovos colocados serão fertilizados, os quais darão origem a fêmeas, ou não fertilizados, os quais originarão machos, existindo a possibilidade da razão sexual ser influenciada por fatores como quantidade e qualidade dos hospedeiros.

Em função da possibilidade da densidade do hospedeiro influenciar no comportamento e nos aspectos biológicos dos parasitóides, esse trabalho teve como objetivo determinar o tipo de resposta funcional do parasitóide *A. colemani* em diferentes densidades de *M. persicae*, assim como avaliar a sua razão sexual e comportamento de busca.



4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Criação de pulgões

4.1.1 Criação de manutenção

Foram estabelecidas em laboratório criações de manutenção de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, mantidas em salas climatizadas com temperatura de 25-29°C e fotofase de 12 h. A espécie *Myzus persicae* foi mantida sobre plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) enquanto para a espécie *Aphis gossypii* foram utilizadas plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.).

4.1.2 Criação de manuseio

A criação de manuseio de *M. persicae* foi mantida em câmara climática com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, em tubos de vidro (25 cm x 4 cm) vedados com tela de organza. Em cada tubo foram colocadas de 50 a 150 fêmeas ápteras adultas, oriundas da criação de manutenção, sobre uma folha destacada de pimentão com um chumaço de algodão umedecido em seu pecíolo. Dois dias após as fêmeas adultas foram retiradas e as ninfas utilizadas nos experimentos encontravam-se no 2º e 3º instares.

4.2 Criação de parasitóides

Os parasitóides, *Aphidius colemani*, provenientes de múmias de pulgões coletadas em pessegueiro, foram criados e multiplicados em câmaras climáticas com temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Foram utilizados os hospedeiros *M. persicae* em folhas de pimentão, e *A. gossypii* em folhas de algodão. Foi adicionado um chumaço de algodão umedecido no pecíolo das folhas, que foram acondicionadas em tubos de vidro (25 cm x 4 cm) com organza em ambas as extremidades para permitir a aeração.

Em cada tubo foi colocada uma colônia de *M. persicae* ou de *A. gossypii* e de 10 a 15 fêmeas acasaladas do parasitóide. Após a sua formação, as múmias foram retiradas das folhas e individualizadas em tubos (100 mm x 8 mm) contendo uma gota de mel e gotículas de água, o que servia de alimento para o parasitóide adulto. As fêmeas utilizadas nos experimentos foram acasaladas logo após a emergência.

4.3 Resposta funcional de *Aphidius colemani* em diferentes densidades de *Myzus persicae*

A resposta funcional de *A. colemani* em diferentes densidades de *M. persicae* (20, 40, 60 e 80 ninfas de 2º e 3º instares) foi avaliada em câmara climática com temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Foram utilizados tubos de vidro (25 cm x 4 cm), vedados em ambas as extremidades com tela de organza, contendo uma folha destacada de pimentão com algodão umedecido em seu pecíolo e o número de pulgões correspondente as diferentes densidades. Foram adicionadas gotículas de mel e água nas paredes dos tubos como alimento para o parasitóide adulto.

Três horas após os pulgões terem sido colocados na folha, uma fêmea acasalada do parasitóide, com 24h de vida, sem experiência prévia de oviposição e proveniente da criação onde se utilizou *M. persicae* como hospedeiro, foi liberada por tubo e mantida por um período de duas horas. Foram avaliadas dez fêmeas do parasitóide para cada densidade testada. As folhas de pimentão foram

trocadas a cada 3 dias ou quando necessário, até a formação das múmias que, por sua vez, foram observadas até a emergência dos adultos.

Foram avaliados para cada densidade, o número de múmias formadas, as porcentagens de parasitismo e de emergência e a razão sexual. A porcentagem de parasitismo foi obtida através da proporção de múmias formadas em relação ao número de pulgões oferecidos nas diferentes densidades, as ninfas mortas antes da formação das múmias foram ignoradas nas análises, segundo metodologia utilizada por Steenis (1993a), partindo-se da hipótese de que o parasitismo não influi na mortalidade natural das ninfas antes da mumificação. Porém quando essa mortalidade ultrapassou 10% do número de insetos inicialmente oferecidos aos parasitóides por densidade, a parcela foi desconsiderada e refeita. A porcentagem de emergência foi obtida através da relação entre o número de adultos do parasitóide que conseguiram emergir por completo das múmias e o número de múmias formadas.

Esse experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 densidades (20, 40, 60 e 80 pulgões) e 10 repetições. Foi feita a análise da variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, a análise de regressão.

4.4 Comportamento de busca de *Aphidius colemani* em diferentes densidades de *Myzus persicae*

O comportamento de busca de *A. colemani* em ninfas de 2º e 3º instares de *M. persicae* nas densidades 0, 4, 8, 16 e 32 pulgões, foi analisado através de observações sob microscópio estereoscópico, em sala climatizada com temperatura de $23\pm 1^{\circ}\text{C}$. Foi utilizada como arena de forrageamento uma placa de Petri (50mm x 15mm) com uma camada de 5mm de ágar 1% cobrindo todo o seu fundo. Sobre o ágar e no centro da placa, foi colocado um disco foliar de

pimentão (43mm) contendo o número de pulgões correspondente a cada densidade. Inicialmente foram colocadas nas arenas ninfas de 1º e 2º ínstars de *M. persicae* sobre os discos foliares, que foram mantidos por um período de 24 a 29h em câmaras climáticas com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, para que no momento das observações já se encontrassem no 2º e 3º ínstars.

Uma fêmea acasalada do parasitóide com 24h de vida, sem experiência prévia de oviposição e proveniente da criação em que se utilizou *A. gossypii* como hospedeiro, foi liberada na arena e observada durante 900 segundos (15min), avaliando-se dez fêmeas por densidade. Foram avaliados o número de encontros do parasitóide com os hospedeiros (toques com as antenas), o número de provas com o ovipositor (toques curtos com ovipositor), o número de hospedeiros aceitos (toques longos com ovipositor), o tempo para encontrar o disco foliar (tempo 1), o tempo para tocar com o ovipositor pela primeira vez no hospedeiro (tempo 2) e o tempo de permanência no disco foliar durante a primeira visita (tempo 3), estimado pelo tempo do primeiro abandono do disco após a sua chegada. Para o tempo da primeira visita (tempo 3) foram utilizados 1800 segundos (30 min) de observação, como tempo máximo para que o parasitóide abandonasse o disco foliar.

Foram realizados 5 tratamentos (0, 4, 8, 16 e 32 pulgões) em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições. Foi feita a análise da variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, a análise de regressão. Foi realizada a análise de correlação entre o número de encontros e o número de hospedeiros aceitos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resposta funcional de *Aphidius colemani* em diferentes densidades de *Myzus persicae*

O número médio de múmiás (\pm erro padrão) de *Aphidius colemani* formadas em diferentes densidades de *Myzus persicae* foi $12,4 \pm 1,06$; $22,7 \pm 3,20$; $33,0 \pm 3,90$ e $31,6 \pm 2,37$ respectivamente para as densidades 20, 40, 60 e 80 ninfas. Esses resultados observados permitiram o ajustamento de um modelo matemático, utilizando-se análise de regressão para a estimativa da relação entre o número de múmiás formadas e a densidade de hospedeiros oferecidos (Figura 1). De acordo com a classificação proposta por Holling (1959) citado por Hassel, Lawton e Beddington (1977), o tipo de resposta funcional observada para *A. colemani* nas diferentes densidades de *M. persicae*, foi a do tipo II (Figura 1), apresentando um aumento gradativo até atingir um patamar máximo.

Segundo Lenteren e Bakker (1976), o parasitóide que apresenta resposta funcional do tipo II, não é capaz de atuar no controle da praga com igual eficiência em densidades baixas do hospedeiro como os que apresentam resposta tipo III. A porcentagem de parasitismo decresce com o aumento da densidade do hospedeiro quando a resposta é do tipo II, já quando o parasitóide apresenta resposta funcional do tipo III, a porcentagem de parasitismo apresenta um aumento nas densidades mais baixas, tendo a relação entre hospedeiro e parasitóide características de estabilização.

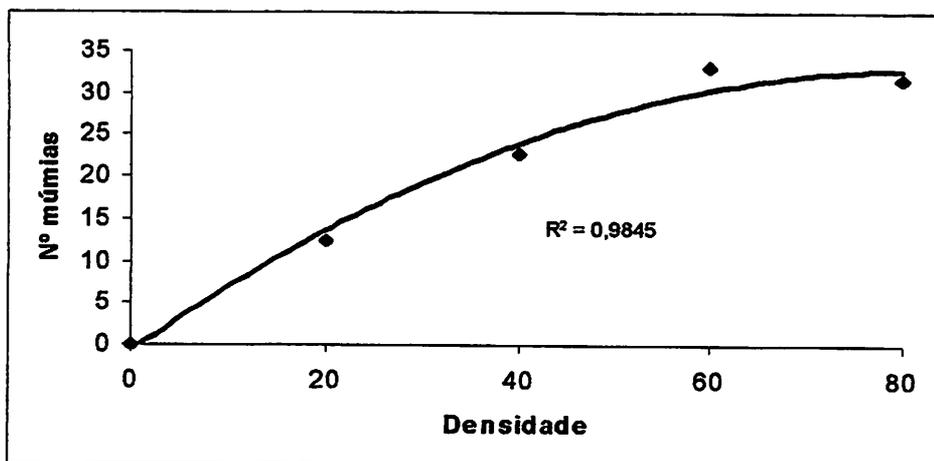


FIGURA 1. Resposta funcional de *Aphidius colemani* Viereck, nas densidades de 20, 40, 60 e 80 ninfas de 2º e 3º ínstaes de *Myzus persicae* (Sulzer).

As porcentagens médias de parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae* encontradas nesse experimento foram de 62%±5,28; 56,75%±8,01; 55%±6,50 e 39,50%±2,97 respectivamente para as densidades 20, 40, 60 e 80 ninfas (Figura 2), apresentando uma queda com o aumento da densidade do hospedeiro, o que é característica da resposta funcional do tipo II.

Schelt (1994) encontrou 73% de parasitismo para *A. colemani* sobre *M. persicae* utilizando 24h de contato entre o parasitóide e o hospedeiro e a densidade de 25 pulgões para cada fêmea do parasitóide avaliada, observados sobre discos foliares de pimentão como planta hospedeira. Gamarra, Bueno e Auad (1997), no mesmo pulgão sobre plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.), encontraram porcentagens de 50, 60 e 66,88% de parasitismo, para as densidades 20, 40 e 80 pulgões respectivamente, utilizando 4 fêmeas do parasitóide por planta e o tempo de 72h. Steenis (1993a) encontrou 46,67 e 56,67% de parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae*, para parasitóides criados sobre *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente, utilizando discos

foliares de pimentão, duas horas de exposição do hospedeiro e 30 pulgões para cada fêmea de *A. colemani* observada, o que levou o autor a concluir que *A. colemani* é um parasitóide promissor para a utilização no controle biológico de *M. persicae* e que não existe diferença no parasitismo, em função da espécie em que o parasitóide foi criado.

O número de fêmeas do parasitóide, a densidade do hospedeiro e o tempo de exposição do hospedeiro são fatores primordiais na avaliação do desempenho do parasitóide e, provavelmente, a principal fonte de variação entre os resultados mencionados anteriormente. No presente experimento, os resultados do parasitismo (Figura 2) assemelham-se mais aos obtidos por Steenis (1993a), uma vez que se utilizou metodologia similar.

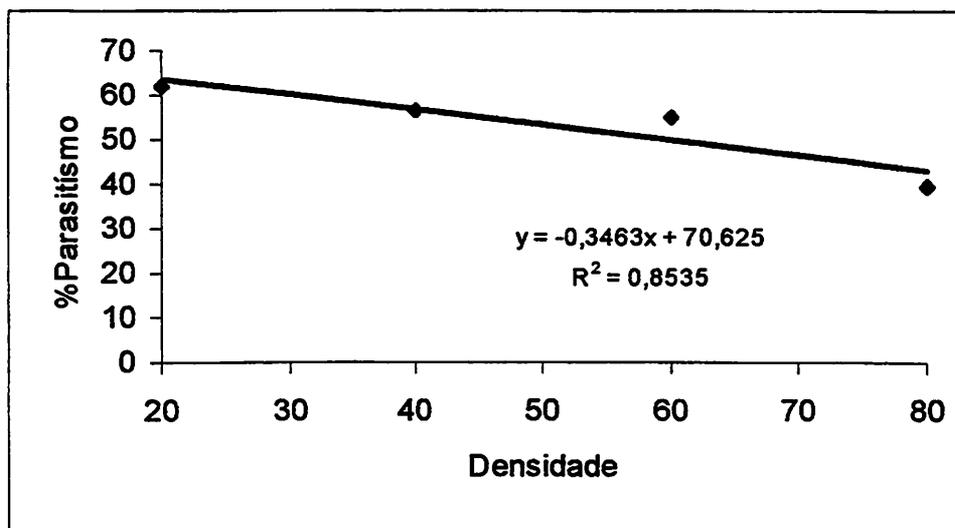


FIGURA 2. Porcentagem de parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck nas densidades 20, 40, 60 e 80 ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* (Sulzer).

A porcentagem de emergência média observada para *A. colemani* em *M. persicae* variou de 82,11 a 91,09% nas densidades avaliadas (Tabela 1), não havendo influência da densidade do hospedeiro ($P \leq 0,05$) e demonstrando que o hospedeiro não apresenta barreiras nutricionais ou fisiológicas para o desenvolvimento de *A. colemani*.

A razão sexual de *A. colemani*, estimada pela porcentagem de fêmeas geradas, variou de 52,44 a 62,60% nas densidades avaliadas (Tabela 1) e não sofreu influência da densidade do hospedeiro *M. persicae* ($P \leq 0,05$). Porém a geração de fêmeas tendeu a ser maior que a de machos, característica importante para o controle biológico com parasitóides da família Aphidiidae, já que a fêmea necessita acasalar apenas uma vez e um macho pode acasalar com várias fêmeas (Hagvar e Hofsvang, 1991) além da manutenção e aumento da população do inimigos naturais dependerem do número de fêmeas geradas (Brooijmans e Lenteren, 1997).

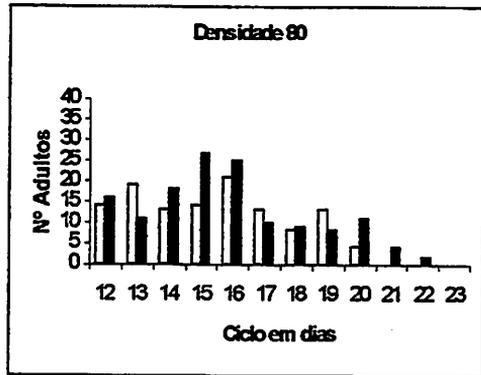
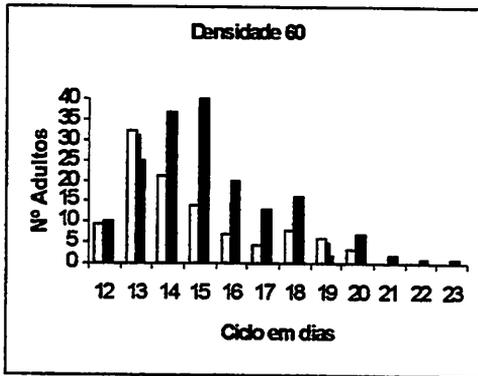
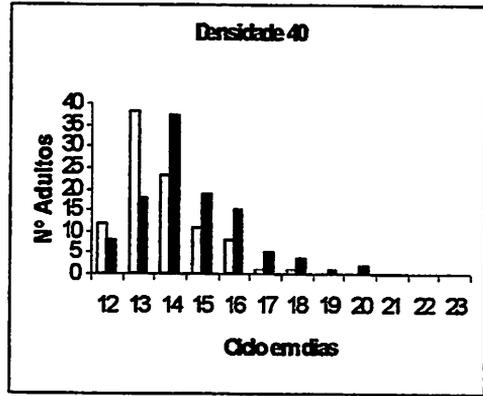
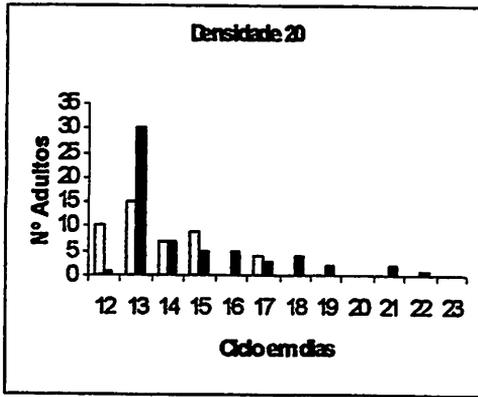
TABELA 1. Número total de adultos, porcentagem média de emergência (\pm erro padrão) e razão sexual estimada pela porcentagem média de fêmeas (\pm erro padrão), de *Aphidius colemani* Viereck em diferentes densidades de ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* (Sulzer)

Densidade	total de adultos	% emergência	% fêmeas
20	105	85,79 \pm 3,88	57,20 \pm 5,71
40	203	91,09 \pm 3,03	52,44 \pm 5,19
60	279	84,25 \pm 3,68	62,60 \pm 2,81
80	260	82,11 \pm 3,55	54,38 \pm 3,90

Bernal, Bellows e González (1994), testando a razão sexual de *Diaretiella rapae* (McIntosh) sobre o pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko) nas densidades 10, 20, 40, 80 e 160 pulgões por dia, não encontraram diferença significativa até a densidade de 80 hospedeiros, porém para a densidade 160 hospedeiros o número de fêmeas geradas foi maior.

Sinha e Singh (1979) trabalhando com o parasitóide *Trioxys indicus* Subba Rao & Sharma e o hospedeiro *Aphis craccivora* Koch nas densidades 25, 50, 75 e 100 pulgões, encontraram maior número de fêmeas com o aumento da densidade do hospedeiro. Porém Bhatt e Singh (1991) com o mesmo parasitóide e o hospedeiro *A. gossypii* nas densidades 5, 15, 25, 50, 100 e 200 pulgões, não encontraram diferença significativa para a proporção de fêmeas nas diferentes densidades e sim nas diferentes espécies de cucurbitáceas onde o pulgão se alimentou, observando um maior número de fêmeas do parasitóide geradas quando o pulgão alimentou-se de *Luffa cylindrica* (L.) e *Lagenaria vulgaris* Ser. do que de *Cucurbita maxima* Duch.

Quanto ao número de machos e fêmeas de *A. colemani* emergidos por dia nas diferentes densidades a 21°C (Figura 3), observou-se que o pico da emergência de fêmeas na densidade 20 foi aos 13 dias, para a densidade 40 aos 14 dias e para as densidades 60 e 80 foi aos 15 dias após a oviposição (Figura 3). A variabilidade foi causada, provavelmente, pelos diferentes números de parasitóides emergidos das diferentes densidades do hospedeiro (Tabela 1). O menor tempo necessário para a formação do adulto foi de 12 dias, sendo comum a emergência de fêmeas após 20 dias da oviposição, e com um máximo de 23 dias; porém para os machos 20 dias foi o limite máximo para o seu desenvolvimento.



□ MACHOS

■ FÊMEAS

FIGURA 3. Emergência de adultos de *Aphidius colemani* Viereck por dia em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer).

O período médio de desenvolvimento de *A. colemani* de ovo a adulto na temperatura de 21°C, variou de 14,6 a 15,8 dias para as fêmeas e de 13,7 a 15,4 dias para os machos nas densidades testadas (Tabela 2). Observa-se que o período médio de desenvolvimento dos machos, para as densidades avaliadas, tende a ser menor do que o das fêmeas. Hagvar e Hofsvang (1991) citam que o período de desenvolvimento de *A. colemani* sobre *M. persicae* é de 14,2 dias em 21°C, utilizando pulgões de vários instares, resultados estes semelhantes aos encontrados neste experimento para ambos os sexos nas densidade 20 (14,7 e 13,7 dias) e 40 (14,6 e 13,7 dias) e para machos na densidade 60 (14,7 dias). Já Steenis (1993b) observou um período médio de desenvolvimento menor, 12,7 dias em 21°C para *A. colemani* sobre *Aphis gossypii*, não encontrando diferença significativa entre o período de desenvolvimento entre machos e fêmeas e observando que a espécie hospedeira pode influenciar o ciclo do parasitóide.

TABELA 2. Tempo médio de desenvolvimento (\pm erro padrão) em dias de ovo a adulto, a 21°C, de *Aphidius colemani* Viereck em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer)

Densidades	Período de desenvolvimento em dias	
	fêmeas	machos
20	14,7 \pm 0,75	13,7 \pm 0,57
40	14,6 \pm 0,52	13,7 \pm 0,39
60	15,3 \pm 0,70	14,7 \pm 0,68
80	15,8 \pm 1,06	15,4 \pm 1,06

De acordo com as observações de Steenis (1995), a performance do parasitóide *A. colemani* pode ser avaliada em testes simples de laboratório, dada a correspondência com os resultados obtidos em casas-de-vegetação. Assim os resultados da porcentagem de parasitismo (Figura 2), porcentagem de emergência e razão sexual (Tabela 1) de *A. colemani* sobre *M. persicae* obtidos nesse experimento, sugerem que *A. colemani* se encontra entre os inimigos naturais com potencial para a utilização no controle biológico do pulgão *M. persicae*, já comprovado por Steenis (1993a) e Schelt (1994).

5.2 Comportamento de busca de *Aphidius colemani* em diferentes densidades de *Myzus persicae*

O número médio (\pm erro padrão) de toques com a antena (encontros) do parasitóide *Aphidius colemani* nas ninfas de 2° e 3° íntares de *Myzus persicae* foi, respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas de $0\pm 0,00$; $13,7\pm 2,04$; $18,8\pm 2,39$; $21,7\pm 2,60$ e $46,7\pm 4,55$ (Figura 4A). Foi observado que o número de encontros aumentou com o aumento da densidade do hospedeiro, apresentando um acréscimo de mais de 100% quando comparados os valores observados nas densidades de 16 e 32 ninfas. Esses resultados sugerem que na maior densidade testada o parasitóide apresentou maior mobilidade, fazendo com que sua busca pelo hospedeiro fosse intensificada.

Steenis e El-Khawass (1995) ao observarem *A. colemani* nas densidades 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 25, 50 e 100 ninfas de 2° íntar de *A. gossypii*, obtiveram um número de encontros crescentes com o aumento da densidade do hospedeiro. Pandey, Singh, Kumar *et al.* (1982) encontraram um aumento gradativo do número de encontros entre o parasitóide *T. indicus* e as ninfas de 3° íntar de *Aphis craccivora* nas densidades 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 pulgões, à medida em que se aumentava a densidade do hospedeiro, porém os autores relacionaram

esse aumento ao maior tempo de forrageamento utilizado pelo parasitóide nas maiores densidade do hospedeiro.

O número médio de toques curtos com o ovipositor (provas com ovipositor) de *A. colemani* no hospedeiro *M. persicae* foi, respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas de $0\pm 0,00$; $10,9\pm 2,73$; $8,3\pm 1,68$; $21,3\pm 2,38$ e $42,4\pm 4,54$ (Figura 4B). A prova com o ovipositor é um mecanismo utilizado pelo parasitóide para avaliar a qualidade do hospedeiro (Mackauer, Michaud e Völkl, 1996), e através da observação dos resultados nota-se que o número de toques curtos tende a aumentar proporcionalmente ao aumento da densidade do hospedeiro (Figura 4B).

O número médio de provas com o ovipositor por hospedeiro foi de 0; 2,72; 1,04; 1,33 e 1,32 respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas, o valor de 2,72 provas com o ovipositor por hospedeiro na densidade 4 ninfas e a sua estabilização para aproximadamente uma prova com o ovipositor por hospedeiro de *A. colemani* em *M. persicae* nas densidades 8, 16 e 32 ninfas, indicam que o parasitóide teve a oportunidade de avaliar todos os hospedeiros e em todas as densidades no período de tempo observado.

O número médio de toques longos com o ovipositor (hospedeiros aceitos) de *A. colemani* nas ninfas de *M. persicae* foi, respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas de $0\pm 0,00$; $4,1\pm 0,41$; $6,8\pm 0,68$; $13,2\pm 1,06$ e $19,2\pm 2,12$ (Figura 4C). Através da observação desses resultados nota-se que 100% dos hospedeiros foram aceitos na densidade de 4 ninfas, e que essa porcentagem foi diminuindo com o aumento da densidade de *M. persicae* para 85% na densidade de 8 ninfas, 82% na densidade de 16 e 60% na densidade de 32 ninfas.

Através da utilização da análise de regressão para estimar a relação entre o número de hospedeiros aceitos e a densidade de hospedeiros oferecidos (Figura 4C), observa-se que o parasitóide *A. colemani* também apresentou

resposta funcional tipo II sobre o pulgão *M. persicae*, de acordo com a classificação proposta por Holling (1959) citado por Hassel, Lawton e Beddington (1977), confirmando os resultados obtidos através do número de múnias formadas (Figura 1). Steenis e El-Khawass (1995), utilizando metodologia semelhante, encontraram uma resposta funcional tipo III, sigmóide, para o número de *Aphis gossypii* aceitos por *A. colemani*. É provável que fatores como a preferência influenciem o tipo de resposta funcional apresentada pelos parasitóides (Hassel, 1986), podendo um parasitóide apresentar diferentes tipos de resposta funcional dependendo da espécie do hospedeiro avaliado.

A correlação entre o número de encontros e o de hospedeiros aceitos foi positiva e significativa ($R=0,86$ com $P=0,0001$), indicando que quando aumentou o número de encontros (toques com as antenas) aumentou o número de *M. persicae* aceitos (toques longos com o ovipositor) por *A. colemani*. O aumento no número de encontros foi pequeno nas menores densidades do hospedeiro, apesar da densidade de *M. persicae* ter sido dobrada, apresentando um aumento brusco na densidade de 32 ninfas (Figura 4A). O mesmo não ocorreu com o número de hospedeiros aceitos, que apresentou maiores aumentos nas densidades mais baixas e um aumento mais suave na maior densidade (32 ninfas) (Figura 4C).

O aumento brusco no número de encontros, seguido de um pequeno aumento no número de hospedeiros aceitos, sugere que o parasitóide apresentou maior mobilidade na densidade mais alta do hospedeiro, aumentando a sua busca. Essa maior busca, porém, não é totalmente convertida em parasitismo, visto que o número de hospedeiros aceitos não aumentou na mesma proporção do número de encontros, aumentando a proporção de pulgões rejeitados (Tabela 3).

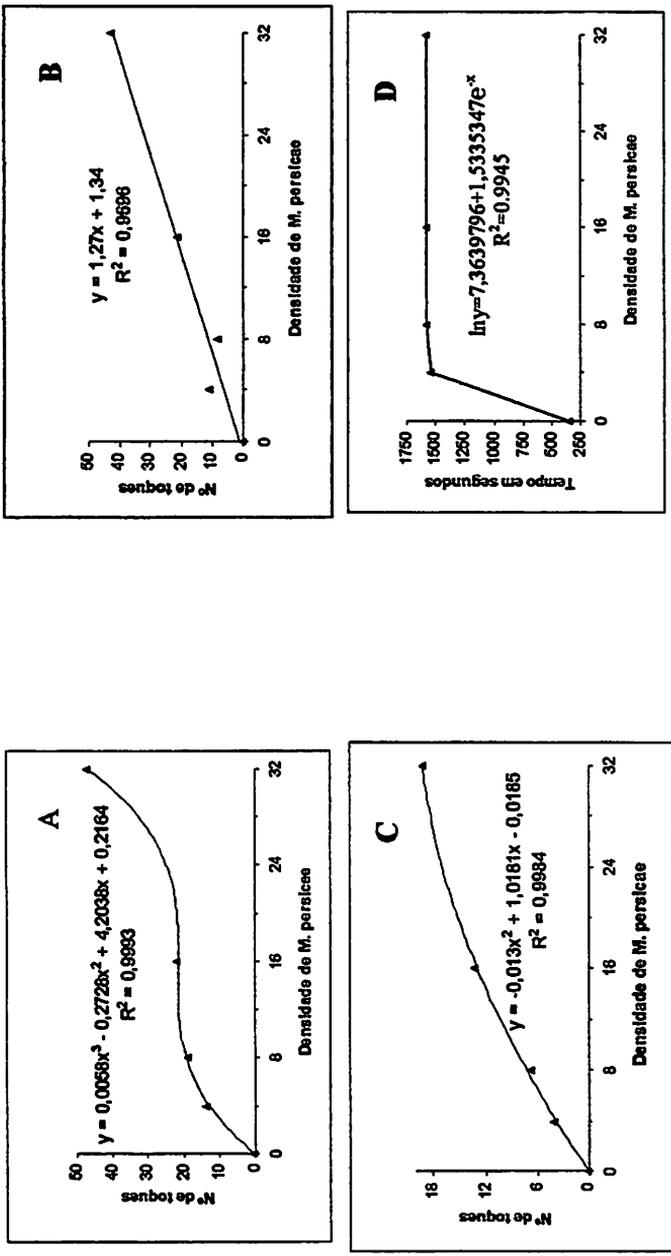


FIGURA 4. Número de toques de *Aphidius colemani* e tempo da primeira visita nas densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas de 2º e 3º instares de *Myzus persicae*. A- toques com a antena (encontros); B- toques curtos com o ovipositor (prova com o ovipositor); C- toques longos com o ovipositor (hospedeiros aceitos); D- tempo da primeira visita em segundos.

TABELA 3. Médias (\pm erro padrão) do número de toques com antena (encontros) e longos com o ovipositor (aceitação do hospedeiro), realizados pelo parasitóide *Aphidius colemani* Viereck em diferentes densidades de ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* (Sulzer).

Densidade	Encontros	Aceitação	%Rejeição
0	0 \pm 0,00	0 \pm 0,00	0
4	13,7 \pm 2,04	4,1 \pm 0,41	70,07
8	18,8 \pm 2,39	6,8 \pm 0,68	63,83
16	21,7 \pm 2,60	13,2 \pm 1,06	39,17
32	46,7 \pm 4,55	19,2 \pm 2,12	58,89

O período de tempo em que o parasitóide *A. colemani* levou para a localização do disco foliar (tempo 1), respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas foi de 113,30 \pm 50,62; 10,4 \pm 2,40; 138,0 \pm 54,71; 47,2 \pm 40,50 e 12,6 \pm 8,12 segundos, porém os resultados observados não permitiram a sua avaliação estatística, uma vez que houve uma variação grande dentro dos tratamentos (coeficiente de variação=187,51%). O período de tempo utilizado pelo parasitóide para tocar com o ovipositor pela primeira vez no hospedeiro (tempo 2), utilizado para estimar o tempo de localização da colônia de pulgões pelo parasitóide, respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas foi de 0,0 \pm 0,00; 111,1 \pm 72,99; 222,6 \pm 57,55; 83,0 \pm 39,77 e 29,5 \pm 9,85, também não permitindo avaliação estatística em virtude da grande variabilidade apresentada dentro dos tratamentos (coeficiente de variação=160,97%).

A variabilidade encontrada para os parâmetros tempo 1 e tempo 2 foi, provavelmente, devida a metodologia utilizada no experimento, podendo a distância entre o ponto de liberação dos parasitóides, em uma das extremidades da placa, e o disco foliar onde se encontravam os pulgões ter sido muito pequena, já que a placa utilizada como arena de forrageamento apresentava 50mm de diâmetro e o disco foliar 43mm.

O tempo da primeira visita (tempo 3) de *A. colemani*, respectivamente para as densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas foi de $340,10 \pm 87,36$; $1539,70 \pm 185,59$; $1557,20 \pm 183,09$; $1526,90 \pm 174,75$ e $1638,00 \pm 129,30$ segundos (Figura 4D). Os resultados mostraram que quando *A. colemani* não encontrou hospedeiros no disco foliar, ou seja na densidade 0 (zero) ninfas, ele o abandonou, o que tornou clara a recusa do parasitóide em permanecer em um local onde não se encontravam seus hospedeiros. Porém, quando havia algum hospedeiro, independente da densidade encontrada, o tempo médio de permanência no disco foliar foi constante (Figura 4D).

De acordo com esses resultados, é possível perceber que para a metodologia utilizada, *A. colemani* fez uma distinção entre a presença e a ausência de hospedeiros no sítio de forrageamento, permanecendo no disco foliar mesmo em baixas densidades do hospedeiro, sendo essa uma importante característica do parasitóide para o controle de *M. persicae*, podendo o mesmo atuar no início da infestação do pulgão. Porém a proporção entre o tamanho da área de forrageamento (placa com 50mm) e o tamanho do disco foliar (43mm) pode não ter sido suficiente para oferecer perspectivas para maiores explorações do ambiente pelo parasitóide, influenciando o tempo de permanência de *A. colemani* nas diferentes densidades, já que apenas 20% dos parasitóides observados abandonaram o disco.

De acordo com Steenis e El-Khawass (1995) o tempo da primeira visita de *A. colemani* sobre *Aphis gossypii* aumentou com o aumento da população do hospedeiro. Na densidade zero, o parasitóide permaneceu em média 22,6 segundos, tempo significativamente menor do que a média das densidades mais baixas (1, 2, 4, 6, 8 e 10 hospedeiros) onde permaneceu por 63,9 segundos, sendo observada a capacidade de *A. colemani* em distinguir entre a presença e a ausência de hospedeiros no sítio de forrageamento.

5.3 Considerações finais.

O tipo de resposta funcional do parasitóide *A. colemani* foi característica do tipo II, independente da metodologia utilizada. A determinação do tipo de resposta funcional através da observação dos hospedeiros aceitos, é mais indicada do que a manutenção de parasitóide e hospedeiro em contato por determinado tempo, sem a observação do comportamento de busca. Por meio da observação do parasitismo, é possível a detecção de possíveis erros no período de tempo utilizado para o contato entre o parasitóide e o hospedeiro. Principalmente nas baixas densidades, caso se utilize um período de tempo muito grande, o parasitismo pode ser superestimado, pois o parasitóide pode explorar um número maior de hospedeiros por retornar ao sítio onde os hospedeiros se encontram e reiniciar o parasitismo, causando alterações no formato da curva da relação entre parasitismo e densidade hospedeira.

Observando-se a porcentagem de parasitismo, emergência e razão sexual de *A. colemani* foi possível observar o seu potencial para a utilização no controle biológico de *M. persicae*. O número de encontros (toques com a antena) e provas com o ovipositor (toques curtos com o ovipositor) permitiu observar que *A. colemani* teve tempo suficiente para avaliar todos os hospedeiros nas diferentes densidades e aceitá-los em função de suas qualidades nutricionais, fisiológicas e da densidade oferecida.

6 CONCLUSÕES

- O parasitóide *Aphidius colemani* Viereck apresenta resposta funcional do tipo II sobre o hospedeiro *Myzus persicae* (Sulzer), tanto para o número de múmias formadas quanto para o número de hospedeiros aceitos.

- A razão sexual de *A. colemani* não sofre influência significativa da densidade do hospedeiro *M. persicae*.

- O número de toques com a antena (encontros) de *A. colemani* em *M. persicae* aumenta com o aumento da densidade do hospedeiro, o aumento é pequeno nas densidades mais baixas porém dobra na maior densidade e indica um grande incremento na busca do parasitóide na densidade de 32 hospedeiros.

- O tempo da primeira visita de *A. colemani* no disco foliar onde os hospedeiros estão presentes, não sofre alterações com a mudança na densidade do hospedeiro *M. persicae*.

- O parasitóide *A. colemani* não permanece no disco foliar que não tem hospedeiros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNAL, J.S.; BELLOWS, T.S.; GONZÁLEZ, D. Functional response of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hym., Aphidiidae) *Duraphis noxia* (Mordwilko) (Hom., Aphididae) hosts. *Journal of Applied Entomology*, Amsterdam, v.118, p.300-309, 1994.
- BHATT, N.; SINGH, R. Bionomics of an aphidiid parasitoid *Trioxys indicus* Subba Rao & Sharma (Hym., Aphidiidae). *Journal of Applied Entomology*, Hamburg and Berlin, v.111, p.263-269, 1991.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.P. *Aphids on the world's crops: an identification guide*. Chichester: J. Wiley, 1984. 466p.
- BROOIJMANS, C.; LENTEREN, J.C. van. Origins and population dynamics of pests, diseases and weeds. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). *Integrated pest management in protected cultivation*. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997. v.2, p.ir.
- FURIATTI, R.S.; LÁZZARI, S.M.N.; ALMEIDA, A.M.R. Técnica para a detecção de carboxylase em *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Curitiba, v.25, n.1, p.151-152, 1996.
- GAMARRA, D.C.; BUENO, V.H.P.; AUAD, A.M. Efecto de los tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* en el parasitismo de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) sobre *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Vedalia*, v.4, p.21-23, 1997.
- GILKESON, L.A. Biological control of aphids in greenhouse sweet peppers and tomatoes. In: BRODSGAAD, H.; BENNISON, J. LENTEREN, J.C. van. *Integrated control in glasshouses*. [S.l.]: IOBC/WPRS, 1990. p.64-70. (IOBC/WPRS Bulletin, v.13, n.5).
- HAGVAR, E.B.; HOFVANG, T. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. *Biocontrol News and Information*, London, v.12, n.1, p.13-41, 1991.

- HASSEL, M.P. Parasitoids and population regulation. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. (eds.). **Insect parasitoids**. London: Academic, 1986. p.23-54.
- HASSEL, M.P.; LAWTON, J.H., BEDDINGTON, J.R. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. **Journal of Animal Ecology**, v.46, p.249-262, 1977.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.163-182, 1961.
- LENTEREN, J.C. van. Biological control. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997. v.2, p.ir.
- LENTEREN, J.C. van; BAKKER, K. Functional responses in invertebrates. **Netherlands Journal of Zoology**, v.26, n.4, p.567-572, 1976.
- MACKAUER, M.; MICHAUD, J.P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.128, n.6, p.959-980, 1996.
- O'NEIL, R.J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. In: LISS, A.R. (ed.). **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. 1990. p.83-96.
- PANDEY, R.K.; SINGH, R.; KUMAR, A. *et al.* Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* an aphidiid parasitoid of *Aphis craccivora*. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg und Berlin, v.93, p.164-175, 1982.
- PEÑA-MARTÍNES, R. Identificación de afidos de importancia agrícola. In: URIAS, M.C.; RODRÍGUES, M.R.; ALEJANDRE, A.T. (eds.). **Afidos como vectores de virus en México**. México: Centro de Fitopatología, 1992.v.2, p.135.
- SCHULT, J. van. The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouses. **Experimental and Applied Entomology**, Amsterdam, v.5, p.151-155, 1994.

- SINHA, T.B.; SINGH, R. Studies on the bionomics of *Trioxys*(*Binodoxys*) *indicus* [Hym.: Aphidiidae] : effect of population densities on sex ratio. *Entomophaga*, Paris, v.24, n.3, p.289-294, 1979.
- STARÝ, P. Aphidiidae. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (eds.). *Aphids: biology their, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, 1988.v.B, p.171-184.
- STEENIS, M.J. van. Suitability of *Aphis gossypii* Glov., *Macrosiphum euphorbiae* (Thom.) and *Myzus persicae* Sulz. (Hom.: Aphididae) as host for several aphid parasitoid species (Hym.: Braconidae). In: LENTEREN, J.C. van (ed.). *Integrated control in glasshouses*. [S.1.]: IOBC/WPRS, 1993a. p.157-160. (IOBC/WPRS Bulletin, v.26, n.2).
- STEENIS, M.J. van. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* (Glov.) (Hom., Aphididae), at diferent temperatures. *Journal of Applied Entomology*, Amsterdam, v.116, n.2, p.192-198, 1993b.
- STEENIS, M.J. van. Evaluation of four aphidiine parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v.75, p.151-157, 1995.
- STEENIS, M.J. van; El-KHAWASS, K.A.M.H. Behaviour of *Aphidius colemani* searching for *Aphis gossypii*: functional response and reaction to previously searched aphid colonies. *Biocontrol Science and Technology*, n.5, v.3, p.339-347, 1995.

CAPÍTULO 3

Preferência de *Aphidius colemani* Viereck 1912 (Hymenoptera: Aphidiidae) por *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)

1 RESUMO

A preferência de *Aphidius colemani* Viereck por ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover foi avaliada através das porcentagens de parasitismo e de emergência em testes sem chance de escolha; e do número de hospedeiros aceitos, do número total de larvas e da porcentagem de hospedeiros com larva em testes sem e com chance de escolha. O parasitismo, sem chance de escolha, foi de 52 e 75% para *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente, o que indica preferência pela espécie *A. gossypii*. Não houve diferença no número de encontros entre o parasitóide e as duas espécies de pulgões em testes sem e com chance de escolha, sendo a preferência definida pela maior aceitação e pelo maior número total de larvas de *A. colemani* encontradas em *A. gossypii* do que em *M. persicae*, nos testes com e sem chance de escolha. A correlação entre o número de toques longos do ovipositor/hospedeiro e o número de larvas encontradas foi positiva e significativa ($R=0,92$ e $p=0,0001$), demonstrando ser possível estimar o parasitismo através dos toques longos com o ovipositor (hospedeiros aceitos). Através do percentual de hospedeiros com larva, não houve preferência nos testes com chance de escolha, porém no sem chance de escolha, *A. colemani* preferiu *A. gossypii*. Em relação ao superparasitismo, verificou-se que apenas uma larva de *A. colemani* apresentava-se viva e nenhum dos hospedeiros parasitados apresentava ninfas em formação em seu interior.

*Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

2 ABSTRACT

The host preference of *Aphidius colemani* Viereck for 2nd and 3rd instars nymphs of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover was evaluated by the percentage of parasitism and the emergence in without choice test; and by the number of accepted hosts, the total number of larvae and the percentage of hosts with larvae under with and without choice tests. In without choice test parasitism was 52 and 75% for *M. persicae* and *A. gossypii*, respectively, what points out preference for the species *A. gossypii*. There were no differences in the number of encounters between the parasitoid and the two species of aphids under with and without choice tests, the preference being defined by the greatest acceptance and total number of *A. colemani* larvae found on *A. gossypii* than on *M. persicae* in the with and without choice tests. The correlation between the number of stings of the ovipositor/host and the number of larvae found was positive and highly significant ($R=0.92$ and $p=0.0001$), showing to be possible to estimate the parasitism through the stings with the ovipositor (accepted hosts). Through the percent of hosts with larvae, there was no preference in the with choice test but in the without choice one, *A. colemani* preferred *A. gossypii*. Relative to the superparasitism, it was found that only a larvae of *A. colemani* presented itself alive and none of the parasited hosts presented forming nymphs inside them.

Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Os pulgões *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover são pragas de importância mundial, principalmente pela gama de plantas hospedeiras, a alta prolificidade e a grande capacidade na transmissão de viroses (Blackman e Eastop, 1984). No Brasil *M. persicae* se destaca como praga das principais solanáceas, como o pimentão (*Capsicum annum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Brioso, 1996) e a batata (*Solanum tuberosum*) (Mariconi, 1981) e *A. gossypii*, além da importância para as solanáceas (Brioso, 1996), tem relevante papel como praga das cucurbitáceas como o pepino (*Cucumis sativus* L.) e o melão (*Cucumis melo* L.) (Mariconi, 1981).

Tanto para *M. persicae* como *A. gossypii*, um dos principais inimigos naturais é o parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, mencionado como o mais eficiente no controle dessas espécies de pulgões, quando comparado com *A. matricariae* Haliday e *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Steenis, 1993a) e de acordo com Lenteren (1997), comercializado para o controle de *M. persicae* e *A. gossypii* na Europa desde 1992, para cultivos protegidos. Segundo Schelt (1994) *A. colemani* é altamente adaptado às monoculturas em ambientes protegidos e tem as características de um estrategista-r como alta fecundidade, geração produzida em curto período de tempo, longevidade curta e adultos com alta mobilidade.

No Brasil, Gassen e Tambasco (1983) mencionam que de 1978 a 1982, foram introduzidas 14 espécies de himenópteros parasitóides para o controle do complexo de pulgões do trigo na Região Sul do País, e entre elas encontravam-se seis do gênero *Aphidius*, incluindo *A. colemani* proveniente da França e Israel. No Paraná, segundo Morales (informação pessoal), após esta introdução, obteve-se uma redução de 100% no número de aplicações de inseticidas para o controle de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), principal pulgão praga do

trigo no Estado, sendo *A. colemani* o mais efetivo entre os parasitóides encontrados.

A seleção do hospedeiro pela fêmea do parasitóide envolve uma série de passos, desde a localização das plantas onde seus hospedeiros normalmente ocorrem até a sua aceitação e regulação de sua fisiologia pela larva do parasitóide. São vários os estímulos utilizados pelo parasitóide para a localização de prováveis hospedeiros, os quais podem ser de natureza química e física (Alphen e Vet, 1986). Segundo Mackauer, Michaud e Völkl (1996) a aceitação do hospedeiro pela fêmea afidiídeo depende do seu reconhecimento como provável hospedeiro, de sua suscetibilidade e de sua qualidade, o que define se esse tem características fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento das formas jovens do parasitóide.

Quando existem duas espécies disponíveis como recurso, o parasitóide pode ovipositar mais em uma delas, indicando então preferência pela espécie mais explorada (Luck, 1985). O motivo pela preferência de uma das espécies disponíveis envolve um ou vários fatores que compõe o processo de seleção do hospedeiro, como a localização mais rápida ou a melhor qualidade nutricional do hospedeiro, e pode ser fundamental para a compreensão da maior eficiência de um parasitóide sobre determinada espécie hospedeira do que em outra.

Segundo Alphen e Vet (1986) existem duas formas de se avaliar a preferência de um parasitóide entre duas ou mais espécies de hospedeiros. A primeira é através da proporção de hospedeiros parasitados em função do número de hospedeiros oferecidos, a porcentagem de parasitismo, sem se preocupar com fatores comportamentais responsáveis pela diferença no ataque do parasitóide às espécies oferecidas. A segunda, avaliando-se o número de encontros e a proporção de hospedeiros aceitos e rejeitados, sendo esse o principal motivo na diferença das progêneses do parasitóide nas diferentes espécies de hospedeiros. Para a avaliação da preferência de parasitóides

afidiídeos, são utilizados testes sem chance de escolha, onde cada espécie hospedeira é oferecida separadamente, e com chance de escolha, onde ambas as espécies são oferecidas simultaneamente (Chow e Mackauer, 1991; Hagvar e Hofsvang, 1991)

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a preferência do parasitóide *A. colemani* pelos hospedeiros *M. persicae* e *A. gossypii*, através das porcentagens de parasitismo e de emergência em teste sem chance de escolha, bem como do número de encontros, da proporção de hospedeiros aceitos e rejeitados e do número de larvas do parasitóide nos hospedeiros, em testes sem e com chance de escolha.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Criação de pulgões

4.1.1 Criação de manutenção

No laboratório foram estabelecidas criações de manutenção de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, nas condições de temperatura 25-29°C e fotofase de 12 h. A espécie *Myzus persicae*, foi mantida sobre plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) enquanto que para a espécie *Aphis gossypii* foram utilizadas plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.).

4.1.2 Criação de manuseio

As criações de manuseio de *M. persicae* e *A. gossypii*, foram mantidas em tubos de vidro (25 cm x 4 cm) vedados com tela de organza, em câmara climática com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Em cada tubo foram colocadas 30 fêmeas ápteras adultas, oriundas da criação de manutenção, sobre uma folha destacada da planta hospedeira (pimentão para *M. persicae* e algodão para *A. gossypii*), com um chumaço de algodão umedecido em seu pecíolo. As fêmeas adultas foram retiradas dois dias após e as ninfas utilizadas nos experimentos encontravam-se no 2° e 3° instares.

4.2 Criação de parasitóides

O parasitóide *Aphidius colemani*, proveniente de múmias coletadas em pessegueiro, foi criado e multiplicado em câmaras climáticas com temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Como hospedeiro

foi utilizado *M. persicae*, sobre folhas de pimentão com um chumaço de algodão umedecido em seu pecíolo e tubos de vidro (25 cm x 4 cm), com tela de organza em ambas as extremidades para permitir a aeração. Em cada tubo foi colocada uma folha infestada de *M. persicae* e de 10 a 15 fêmeas acasaladas do parasitóide. Após a sua formação, as múmias foram retiradas das folhas e individualizadas em tubos (100 mm x 8 mm), contendo uma gota de mel e gotículas de água, o que servia de alimento para o parasitóide adulto. As fêmeas utilizadas nos experimentos foram acasaladas logo após a emergência.

4.3 Preferência de *Aphidius colemani* em teste sem chance de escolha por *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*

Para o teste de preferência, sem chance de escolha, através das porcentagens de parasitismo e emergência foram utilizadas separadamente as espécies *M. persicae* e *A. gossypii*, em câmara climática com temperatura de $21\pm 1^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa de $70\pm 10\%$. Foram utilizados tubos de vidro (25 cm x 4 cm), vedados em uma das extremidades com p.v.c. laminado e com tela de organza na outra, contendo uma folha destacada de pimentão, com um chumaço de algodão umedecido em seu pecíolo e 20 ninfas de 2° e 3° instares de *M. persicae* ou *A. gossypii*. Uma hora após as ninfas terem sido colocadas na folha, uma fêmea acasalada do parasitóide, com 24h de vida e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada por tubo, onde foi mantida por um período de duas horas. Foram avaliadas 10 fêmeas por tratamento. Os pulgões da espécie *A. gossypii* foram transferidos após o parasitismo para folhas de algodão, hospedeiro mais adequado ao seu desenvolvimento. Já *M. persicae* foi mantido na folha de pimentão; as folhas foram trocadas a cada 3 dias ou quando necessário até a formação das múmias que, por sua vez, foram observadas até a emergência dos adultos.

Foram avaliadas as porcentagens de parasitismo e de emergência de *A. colemani* sobre *M. persicae* e *A. gossypii*. A porcentagem de parasitismo foi obtida através da proporção de múmias formadas em relação ao número de pulgões oferecidos (20 pulgões). A porcentagem de emergência foi obtida através da relação entre o número de adultos do parasitóide que conseguiram emergir por completo das múmias e o número de múmias formadas.

Esse experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos (um representado pela espécie *M. persicae* e o outro pela espécie *A. gossypii*) com 10 repetições. Foi feita a análise de variância.

4.4 Preferência de *Aphidius colemani* em testes sem e com chance de escolha por *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*

Os testes de preferência através do número de encontros e da proporção de hospedeiros aceitos e rejeitados por *A. colemani*, com e sem chance de escolha, foram realizados através de observações sob um microscópio esterioscópico, em sala climatizada com temperatura de $23\pm 1^{\circ}\text{C}$. Foi utilizada como arena de forrageamento, uma placa de Petri (50mm x 15mm), com uma camada de 10mm de altura de ágar 1% cobrindo todo o seu fundo. Sobre o ágar, e no centro da placa, foi colocado um disco foliar de pimentão (43mm) contendo 16 pulgões da espécie correspondente ao tratamento. Nos tratamentos sem chance de escolha foram colocados 16 pulgões de uma espécie (*M. persicae* ou *A. gossypii*) e nos com chance de escolha as duas espécies simultaneamente, sendo 8 *M. persicae* e 8 *A. gossypii*.

Após os pulgões terem sido colocados no disco foliar, foram mantidos por um período de 3 a 8h em câmaras climáticas com temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, para diminuir a perturbação dos indivíduos pelo manuseio. Após esse período,

uma fêmea acasalada de *A. colemani*, com 24-48h de vida e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada na arena e observada durante 15min (900 segundos) sob microscópio estereoscópico. Foram avaliados o número de encontros do parasitóide com os hospedeiros (toques com as antenas), o número de vezes em que o parasitóide provou os hospedeiros com o ovipositor (toques curtos com o ovipositor), o número de hospedeiros aceitos (toques longos com o ovipositor), o tempo gasto para tocar com o ovipositor o hospedeiro pela primeira vez (tempo 1) e o tempo de permanência no disco foliar durante a primeira visita (tempo 2), estimada pelo tempo do primeiro abandono do disco após a sua chegada. Foram avaliadas 10 fêmeas de *A. colemani* por tratamento.

Após as observações, os pulgões foram mantidos por um período de quatro dias em câmara climática com temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Os pulgões da espécie *A. gossypii* foram transferidos após as observações para folhas de algodão, enquanto *M. persicae* permaneceu nas folhas de pimentão. Após esse período, todos os pulgões foram dissecados em solução de cloreto de potássio a 1%, com o auxílio de dois estiletes e sob microscópio estereoscópico. Foi verificado o número total de larvas, a porcentagem de pulgões com larva, o superparasitismo e a presença de ninfas em formação em *M. persicae* e *A. gossypii*. Nos testes com chance de escolha, para a avaliação do número de pulgões com 1, 2 e 3 larvas, os valores observados foram multiplicados por dois para a estimativa em 16 pulgões.

Esse experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (*M. persicae* sem escolha; *A. gossypii* sem escolha; *M. persicae* na presença de *A. gossypii*; e *A. gossypii* na presença de *M. persicae*) e 10 repetições. Foi feita a análise da variância e, quando significativo, as médias foram submetidas ao teste t. Foi também realizada a análise de correlação entre o número de toques longos com o ovipositor e o número total de larvas do parasitóide encontradas através da dissecação dos hospedeiros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Preferência de *Aphidius colemani* em teste sem chance de escolha por *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*

As médias (\pm erro padrão) do parasitismo de *A. colemani*, em teste sem chance de escolha, sobre os hospedeiros testados foi maior em *A. gossypii* ($75\% \pm 3,25$) em comparação com *M. persicae* ($52\% \pm 6,92$) (Figura 1), indicando que o parasitóide apresenta preferência pela espécie *A. gossypii*, mesmo tendo sido criado sobre *M. persicae*.

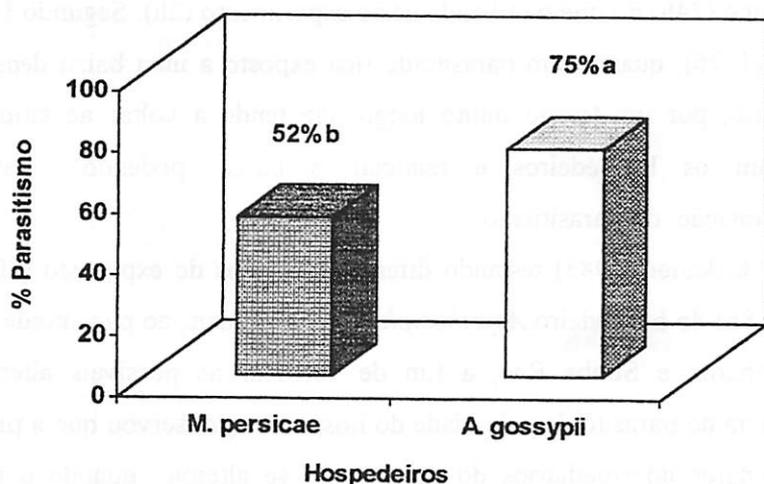


FIGURA 1. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck em ninfas de 2° e 3° instares *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover, em teste sem chance de escolha.

Resultados semelhantes de porcentagens de parasitismo de *A. colemani* sobre ambas as espécies de pulgões foram observados por Steenis (1993a), utilizando metodologia semelhante, com o parasitóide criado nas duas espécies de pulgões e mantidos por duas horas em contato com os hospedeiros, encontrando um parasitismo de 80% para *A. gossypii* e 56,67% para *M. persicae*, quando o parasitóide foi criado em *A. gossypii* e 70% em *A. gossypii* e 46,67% para *M. persicae*, quando criado sobre *M. persicae*. O autor não encontrou diferença significativa entre os parasitóides oriundos de diferentes hospedeiros. Já Schelt (1994) não encontrou preferência de *A. colemani* por nenhuma dessas duas espécies de pulgões, com um parasitismo de 84% em *A. gossypii* e 73% em *M. persicae*, embora tenha usado um tempo maior para o parasitismo (24h) do que o utilizado neste experimento (2h). Segundo Lenteren e Bakker (1976), quando um parasitóide fica exposto a uma baixa densidade do hospedeiro, por um tempo muito longo, ele tende a voltar ao sítio onde se encontram os hospedeiros e reiniciar a busca, podendo haver uma superestimação do parasitismo.

Mackauer (1983) testando diferentes tempos de exposição (30min, 1h, 2h, 4h e 8h) do hospedeiro *Acyrtosiphon pisum* Harris, ao parasitóide *Aphidius smithi* Sharna e Subba Rao, a fim de verificar as possíveis alterações na preferência do parasitóide pela idade do hospedeiro, observou que a preferência pelos instares intermediários do pulgão não se alterou quando o tempo de exposição foi igual ou menor a 4h, porém ela tornou-se nula quando se utilizou um tempo maior (8h). Rodrigues (1999) refere-se ao tempo de exposição e densidade dos hospedeiros como fatores determinantes do superparasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), em *A. gossypii* e *Schizaphis graminum* (Rondani), tendo encontrado maior porcentagem de pulgões superparasitados em densidades mais baixas, utilizando o período de 24h de contato entre o parasitóide e os hospedeiros para ambas as densidades (20 e 40 pulgões).

A porcentagem de emergência de *A. colemani* observada não foi influenciada pela espécie do hospedeiro ($p \leq 5\%$), verificando-se $85,95\% \pm 3,87$ para *A. gossypii* e $80,99\% \pm 2,77$ para *M. persicae* (Figura 2), e indicando que ambas as espécies são adequadas ao desenvolvimento do parasitóide. Na literatura podem ser encontrados valores extremos referentes a porcentagem de emergência em afidiídeos, como os de Rodrigues (1999) com 100% de emergência de *L. testaceipes* em *S. graminum* demonstrando grande adequabilidade do hospedeiro ao parasitóide, até os de Tardieux e Rabasse (1986) citados por Starý (1989) com 0% de emergência de *A. colemani* sobre o pulgão *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe, sendo considerado um exemplo de parasitismo incompleto por Starý (1988), pela não formação do parasitóide adulto. Portanto é importante que se conheça o porcentagem de emergência dos parasitóides para cada hospedeiro testado, pois a formação da múmia não garante o total desenvolvimento do parasitóide, e o seu valor pode ser utilizado

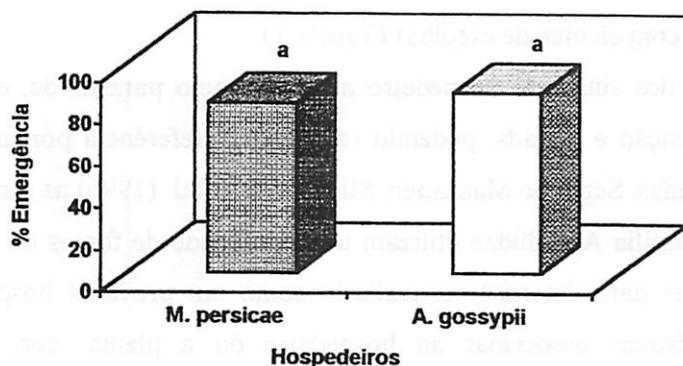


FIGURA 2. Emergência de *Aphidius colemani* Viereck de múmias de *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover, em teste sem chance de escolha.

para medir a adequabilidade do hospedeiro e explicar uma possível preferência do parasitóide, já que existe a possibilidade do parasitóide identificar um hospedeiro não adequado e rejeitá-lo.

5.2 Preferência de *Aphidius colemani* em testes sem e com chance de escolha por *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*

Através dos testes de preferência do parasitóide *Aphidius colemani*, sem e com chance de escolha pelos hospedeiros *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, pode-se observar que o número médio (\pm erro padrão) de encontros (toques com a antena) por hospedeiro do parasitóide foi da mesma ordem para as duas espécies, tanto nos testes sem chance ($2,211 \pm 0,31$ para *M. persicae* e $3,149 \pm 0,52$ para *A. gossypii*) como nos com chance de escolha ($2,573 \pm 0,81$ para *M. persicae* e $3,034 \pm 0,40$ para *A. gossypii*), não havendo diferença significativa ($p \leq 5\%$) (Tabela 1). O mesmo foi verificado para o número médio de provas com o ovipositor por hospedeiro ($1,898 \pm 0,37$ para *M. persicae* e $1,203 \pm 0,18$ para *A. gossypii* sem chance e $0,923 \pm 0,16$ e $1,260 \pm 0,39$ para *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente, com chance de escolha) (Tabela 1).

Através dos sinais do hospedeiro avaliados pelo parasitóide, é que a decisão de oviposição é tomada, podendo resultar na preferência por uma das espécies encontradas. Segundo Mackauer, Michaud e Völkl (1996) as fêmeas de parasitóides da família Aphidiidae utilizam uma variedade de fontes do pulgão como informações para detectá-lo e avaliá-lo como um provável hospedeiro, como fontes olfativas associadas ao hospedeiro ou a planta, cor, forma, características gustativas e movimentos do hospedeiro. Segundo os autores, cor, forma e cheiro do hospedeiro são percebidos a distância pelos afidiídeos, sem que haja qualquer tipo de contato físico entre eles, fazendo com que o parasitóide reconheça o pulgão como um hospedeiro em potencial e o estimulam

a caminhar na direção do pulgão, promovendo o encontro, e em seguida toque com as antenas, avaliando algumas características gustativas. Outras características gustativas do hospedeiro só são detectadas através da prova com o ovipositor (toque curto com o ovipositor).

De acordo com os resultados encontrados nesse experimento, onde o número de encontros foi semelhante para as duas espécies de pulgões nos diferentes tratamentos (Tabela 1) características como cor, forma e cheiro dos hospedeiros *M. persicae* e *A. gossypii*, aparentemente não exerceram influência diferenciada na escolha do parasitóide *A. colemani* sobre as duas espécies de pulgões, assim como algumas de suas características gustativas, ou seja aquelas que podem ser avaliadas pelo parasitóide através do toque com as antenas.

De acordo com Mackauer, Michaud e Völkl (1996), é através dos quimiosensílios, encontrados no ápice do ovipositor dos afidiídeos, que é feita a avaliação final do hospedeiro, pela prova com o ovipositor. Foi observado neste experimento, que a média de provas com o ovipositor realizadas por *A. colemani* foi semelhante para as duas espécies de pulgões (Tabela 1). Porém o número médio de hospedeiros aceitos (toques longos com o ovipositor/hospedeiro) por *A. colemani* foi maior ($p \leq 0,05$), em testes sem e com chance de escolha, na espécie *A. gossypii*, respectivamente $1,167 \pm 0,07$ e $1,109 \pm 0,08$, quando comparada com *M. persicae*, respectivamente $0,661 \pm 0,14$ e $0,673 \pm 0,19$ (Tabela 1), demonstrando que *A. colemani* preferiu *A. gossypii* a *M. persicae* e que a prova com o ovipositor, última avaliação do hospedeiro realizada pelo parasitóide, provavelmente foi o mecanismo pelo qual *A. colemani* definiu sua preferência por *A. gossypii*.

TABELA 1. Número de encontros (NE), de provas com o ovipositor (PO), de hospedeiros aceitos (HA), o tempo gasto em segundos na primeira visita (Tempo 2) e o número de larvas encontradas 4 dias após o parasitismo de *Aphidius colemani* em ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii* em testes sem e com chance de escolha. (Médias \pm erro padrão).

Variável observada	Sem chance de escolha		Com chance de escolha	
	<i>M. persicae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>M. persicae</i>	<i>A. gossypii</i>
NE/ hospedeiro	2,211 \pm 0,31a	3,149 \pm 0,52a	2,573 \pm 0,81a	3,034 \pm 0,40a
PO/ hospedeiro	1,898 \pm 0,37a	1,203 \pm 0,18a	0,923 \pm 0,16a	1,260 \pm 0,39a
HA/ hospedeiro	0,661 \pm 0,14b	1,167 \pm 0,07a	0,673 \pm 0,06b	1,109 \pm 0,08 a
Tempo 2	859,9 \pm 41,10a	781,9 \pm 86,09a	900,0 \pm 0,00a	900,0 \pm 0,00a
Total de larvas/ hospedeiro	0,554 \pm 0,11b	1,005 \pm 0,06a	0,604 \pm 0,06b	0,947 \pm 0,08a

* Médias acompanhadas de mesma letra nas linhas não diferem entre si, em teste t ($p \leq 0,05$).

Chow e Mackauer (1991) em testes de preferência com quatro espécies de afidiídeos, *Aphidius ervi* Haliday, *A. pisivorus* Smithi, *A. smithi* Sharma e Subba Rao e *Praon pequorum* Viereck, também verificaram o mesmo número de encontros entre os parasitóides e os pulgões *Acyrtosiphon pisum* (Harris) e *Macrosiphum crelii* Davis, com a preferência pelo pulgão *A. pisum* representada somente pela diferença da aceitação dos hospedeiros.

O tempo médio gasto por *A. colemani* para tocar o hospedeiro pela primeira vez com o ovipositor (tempo 1), foi de 151,5 \pm 71,56 e 87,9 \pm 48,50 segundos para *M. persicae* e de 84,7 \pm 21,99 e 86,1 \pm 42,57 segundos para *A. gossypii*, respectivamente, sem e com chance de escolha. Este parâmetro foi utilizado para estimar a localização dos hospedeiros, porém os resultados não

permitiram sua avaliação estatística, por terem apresentado grande variação dentro dos tratamentos (coeficiente de variação = 152,4%).

O tempo médio da primeira visita de *A. colemani* (tempo 2) nos testes sem chance de escolha foi de $859,9 \pm 41,10$ e $781,9 \pm 86,09$ segundos respectivamente para *M. persicae* e *A. gossypii* e de $900 \pm 0,00$ segundos no testes com chance de escolha (Tabela 1), não tendo sido diferente estatisticamente em nenhum dos testes ($p \leq 5\%$). Com a semelhança no número de encontros e no tempo da primeira visita (Tabela 1), é possível observar que não houve alteração no comportamento de busca do parasitóide sobre as duas espécies de pulgões testados, para os parâmetros avaliados.

A média por hospedeiro do número total de larvas, encontradas com a dissecação dos pulgões, foi de $0,554 \pm 0,11$ e $0,604 \pm 0,06$ para *M. persicae* e $1,005 \pm 0,06$ e $0,947 \pm 0,08$ para *A. gossypii* respectivamente nos testes sem e com chance de escolha, sendo maior significativamente ($p \leq 0,05$) em *A. gossypii* (Tabela 1), e confirmando a preferência por essa espécie obtida pelo número de hospedeiros aceitos.

Os resultados observados quanto ao número de hospedeiros aceitos (toques longos com o ovipositor) e total de larvas (Tabela 1) mostram que não houve alteração na preferência em testes sem e com chance de escolha, demonstrando que a presença de uma espécie não interferiu na resposta do parasitóide sobre a outra, segundo esses parâmetros.

Foi verificada correlação positiva e altamente significativa ($R=0,92$, $p=0,0001$) entre o número de toques longos com o ovipositor (hospedeiros aceitos) e o número de larvas encontradas, através da dissecação dos hospedeiros. Isto demonstra que a avaliação do parasitismo de *A. colemani*, sobre ambos os hospedeiros, pode ser feita, com certa segurança, através do número de toques longos com o ovipositor, já que em 90% dos casos corresponderam a um hospedeiro parasitado. Makauer (1983) encontrou

correlação semelhante, através da dissecação do pulgão *Acyrtosiphon pisum* dois dias após o ataque de *Aphidius smithi*.

Nem todos os toques longos com o ovipositor de um afidiídeo em um pulgão resultarão em uma postura bem sucedida (Stary, 1988). Segundo Giri, Pass e Yergan (1982) 82% dos toques com ovipositor de *Aphidius matricariae* Haliday no abdome de *M. persicae* resultaram em múmias, sendo os toques nas pernas, antenas e sifúnculos os principais responsáveis pelo insucesso na oviposição. Através da observação dos toques longos com o ovipositor de *Aphidius sonchi* Marshall no pulgão *Hyperomyzus lactucae* (L.), permitindo que o parasitóide tocasse mais de uma vez em cada hospedeiro para avaliar o superparasitismo, Shu-Sheng e Carver (1985) encontraram mais de 99% dos pulgões dissecados com larvas do parasitóide, concluindo que viabilidade dos ovos de *A. sonchi* é grande.

A porcentagem observada de *M. persicae* com larva de *A. colemani* foi de $44,40 \pm 8,47$ e $60,40 \pm 5,87$ e em *A. gossypii* de $83,30 \pm 2,13$ e $79,10 \pm 6,95$ respectivamente em testes sem e com chance de escolha (Tabela 2). Utilizando-se a porcentagem de hospedeiros com larva para avaliar a preferência de *A. colemani* pelas duas espécies de pulgões (Tabela 2), verificou-se também a preferência por *A. gossypii* nos testes sem chance de escolha e a não existência de preferência nos testes onde havia chance de escolha ($p \leq 0,05$).

A diferença principal entre esses parâmetros utilizados para a avaliação da preferência é que através do número de hospedeiros aceitos e total de larvas, não se leva em consideração os hospedeiros superparasitados, sendo o superparasitismo um fator de adição ao parasitismo. Por sua vez, a porcentagem de hospedeiros com larva exclui o superparasitismo, estimando com mais segurança o efeito do parasitóide sobre a população de pulgões. Mackauer (1983), afirma que a utilização da porcentagem de hospedeiros com larva tem vantagens em relação a utilização do número total de larvas, como a dissecação

TABELA 2. Médias (\pm erro padrão) da porcentagem de hospedeiros com larvas e número de hospedeiros com 1, 2 e 3 larvas de *Aphidius colemani*, encontradas através da dissecação dos hospedeiros 4 dias após o parasitismo, em testes com e sem chance de escolha em 16 ninfas de 2º e 3º instares/tratamento de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*.

Hospedeiros observados	Sem chance de escolha		Com chance de escolha	
	<i>M. persicae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>M. persicae</i>	<i>A. gossypii</i>
% com larva	44,40 \pm 8,47c	83,30 \pm 2,13a	56,70 \pm 5,87bc	79,10 \pm 6,95ab
% superpars.	10,62	14,37	0,0	12,5
com 1 larva	5,3	10,8	9,4*	10,6*
com 2 larvas	1,7	1,9	0,0*	1,6*
com 3 larvas	0,0	0,4	0,0 *	0,4 *

* Valores observados multiplicados por dois, para avaliação em 16 insetos

** Médias acompanhadas de mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste t ($p \leq 0,05$).

relativamente mais rápida e menos sujeita a erros, pois após encontrar apenas uma larva do parasitóide pode-se finalizar a dissecação, a maior relevância para o controle biológico e a simplificação da análise dos dados.

O superparasitismo foi observado em ambas as espécies de hospedeiros, sendo nos testes sem escolha de 10,62 e 14,37%, respectivamente para *M. persicae* e *A. gossypii* e com chance de escolha 0,0 e 12,5%, para *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente (Tabela 2) . Em *M. persicae* o número médio de pulgões com 1 larva, respectivamente em testes sem e com escolha, foi 5,3 e 9,4 e com 2 larvas foi 1,7 e 0,0 respectivamente (Tabela 2). Em *A. gossypii* respectivamente em testes sem e com escolha foi 10,8 e 10,6 com 1 larva, 1,9 e 1,6 com 2 larvas e 0,4 e 0,4 com 3 larvas.

Steenis (1993b) encontrou *A. gossypii* com 1, 2 e 3 larvas de *A. colemani*, utilizando 24h de contato entre o parasitóide e os pulgões, apesar de oferecer 200 pulgões para cada fêmea do parasitóide, número de hospedeiros maior que o potencial de parasitismo diário de *A. colemani*.

A presença de hospedeiros com três larvas exclusivamente na espécie *A. gossypii* pode ser atribuída a dois fatores, o primeiro, a maior aceitação de *A. gossypii* pelo parasitóide *Aphidius colemani*, o outro e mais provável, ao comportamento defensivo observado em *M. persicae*. Após receber um toque longo com o ovipositor, *M. persicae* balançava o corpo e movimentava as pernas posteriores e antenas ao ser tocado pelo parasitóide, fazendo com que os hospedeiros já parasitados fossem rejeitados com frequência. Esse comportamento defensivo porém, não impedia a oviposição e, normalmente, cessava após algum tempo. Ao contrário, *A. gossypii* foi quase sempre passivo ao parasitismo, não tendo um comportamento defensivo tão agressivo e não causando, aparentemente, barreira ao superparasitismo.

Segundo Bueno, Gutierrez e Ruggle (1993) o comportamento defensivo dos pulgões *A. pisum* e *A. kondoi* limitou o número de ovos colocados pelo parasitóide *Aphidius ervi* Haliday, apesar de não impedir o parasitismo. Gardner, Ward e Dixon (1984) chegaram à mesma conclusão para *Aphidius rhopalosiphi* (De Stefani-Perez) sobre o pulgão *Metapolophium dirhodum* (Walker).

Em todos os pulgões observados, quando havia superparasitismo, não importando o número de larvas ou a espécie envolvida, verificou-se que apenas uma larva encontrava-se viva, demonstrando que um período de 4 dias foi tempo suficiente para a eliminação de competidores, nas condições experimentais. A única larva viva apresentava-se diferente das demais tendo maior comprimento, corpo mais volumoso e translúcido, o que permitia a visualização dos movimentos internos, enquanto as larvas mortas não apresentavam qualquer tipo



de movimento, corpo opaco, com menor volume e comprimento, características semelhantes as relatadas por Hofsvang e Hagvar (1983).

Segundo Vinson e Iwantsch (1980) quando existe mais de uma larva, da mesma espécie (superparasitismo) ou de espécies diferentes (multiparasitismo) em um mesmo hospedeiro, os parasitóides solitários eliminam o seu competidor através de ataque físico, supressão fisiológica como anoxia, produção de toxinas, exaustão dos nutrientes ou por algum fator injetado pela fêmea na oviposição.

Na família Aphidiidae o superparasitismo é importante pois é uma forma de competição entre os indivíduos, e pode ser limitada pelo comportamento defensivo do pulgão (Gardner, Ward e Dixon, 1984). De qualquer forma, por serem parasitóides solitários obrigatórios, apenas um parasitóide completa o ciclo e emerge da múmia, sendo que todos os concorrentes são eliminados no início do desenvolvimento larval por supressão fisiológica (Spencer, 1926; Hagvar e Hofsvang, 1991).

Nenhum dos pulgões parasitados neste experimento apresentava embriões em formação na dissecação, ao contrário dos não parasitados, demonstrando que quando ambas as espécies de afídeos são parasitadas no 2º e 3º instares não poderão gerar descendentes.

Stary (1988) relata que quando os pulgões são parasitados nos dois primeiros instares eles mumificam antes de reproduzirem-se. Segundo Steenis (1995) quando o pulgão *A. gossypii* é parasitado por *A. colemani* no 1º, 2º e 3º instares ele não produz descendentes, quando é parasitado no quarto instar menos de 1,5 ninfas são produzidas por um período de menos de um dia e se parasitado quando adulto, produz um total de 10,5 a 13,3 ninfas em aproximadamente 2,5 dias.

Através da comparação entre o número de descendentes gerados por adultos de *A. gossypii* parasitados e não parasitados por *A. colemani*, Schelt (1994) encontrou uma produção de 6 a 8 ninfas por dia, em um período de 2

semanas para os pulgões não parasitados e nos pulgões parasitados 3,7 ninfas no primeiro dia após o parasitismo, não produzindo mais ninfas após o quarto dia.

A não formação de progênie nos pulgões parasitados é muito importante para o controle biológico dessas espécies, uma vez que a grande proliferação é característica importante e uma das principais responsáveis para o sucesso dos pulgões como praga.

5.3 Considerações finais

A preferência de *A. colemani* por *A. gossypii* quando comparado com *M. persicae*, em teste sem chance de escolha foi observada através da porcentagem de parasitismo, do número de hospedeiros aceitos, número total de larvas e porcentagem de hospedeiros com larvas. Em teste com escolha a preferência por *A. gossypii* foi observada no número de hospedeiros aceitos e no número total de larvas, não havendo preferência quando avaliado a porcentagem de hospedeiros com larvas. Nos demais parâmetros utilizados para avaliar a preferência ou alterações comportamentais do parasitóide ligadas a sua exploração sobre ambas as espécies, ou seja na porcentagem de emergência, número de encontros (toques com a antena), provas com o ovipositor (toque curto com o ovipositor) e tempo da primeira visita (tempo 2), não foi observada diferença significativa entre os resultados observados para as duas espécies de pulgões.

A metodologia utilizada para a determinação da preferência em teste sem chance de escolha através das porcentagens de parasitismo e de emergência, simplesmente avalia a preferência pela utilização percentual dos hospedeiros oferecidos, não sendo possível detectar alterações comportamentais do parasitóide ou em qual etapa de avaliação do parasitóide foi definida a preferência pelo hospedeiros. Porém foi possível verificar que a performance do

parasitóide em ambas as espécies, nas condições experimentais, foi muito boa, atingindo níveis altos de parasitismo (75% em *A. gossypii* e 52% em *M. persicae*) em tempo relativamente curto (2h) e níveis satisfatórios de emergência (85,95% para *A. gossypii* e 80,99% para *M. persicae*), sendo *A. colemani* um inimigo natural promissor para a utilização no controle biológico dessas duas espécies de pulgões, já comprovado por Steenis (1993a), Steenis (1993b) e Schelt (1994).

As observações do número de encontros sugerem que fontes visuais, olfativas e gustativas detectadas com a antena de *A. colemani* não foram determinantes na preferência, já que apenas após as provas com o ovipositor é que a decisão de oviposição ou rejeição do hospedeiro foi tomada. Segundo Mackauer, Michaud e Völkl (1996), a prova com o ovipositor feita pelos afidiídeos tem a função de avaliar características gustativas do hospedeiro, definindo se esse encontra-se em condições fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento das formas imaturas do parasitóide. Os resultados observados (Tabela 1), onde *A. colemani* aceitou um maior número de hospedeiros *A. gossypii* do que *M. persicae* sugerem que as ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii* têm melhores condições fisiológicas e nutricionais para o desenvolvimento de *A. colemani* do que *M. persicae* no mesmo estágio de desenvolvimento. Em algumas observações, *A. colemani* não necessitou da prova com o ovipositor para definir o pulgão como um hospedeiro adequado e aceitá-lo, sendo esses mais rapidamente avaliados pelo parasitóide. Partindo-se da hipótese de que quanto menor o gasto de energia do parasitóide para a definição do hospedeiro e oviposição, mais adequado é o hospedeiro, a inclusão do número de hospedeiros aceitos sem a necessidade da prova com o ovipositor seria interessante em novos estudos de preferência e poderia complementar os resultados obtidos através do número de encontros e de provas com o ovipositor.

[REDACTED]

Os resultados para o tempo do primeiro toque com o ovipositor de *A. colemani* no hospedeiro (tempo 1) e tempo da primeira visita (tempo 2) podem ter sido influenciados pelo pequeno tamanho da arena de forrageamento (50mm) em relação ao tamanho do disco foliar (43mm). Para o tempo 1, utilizado como uma estimativa do tempo gasto pelo parasitóide para localizar a colônia de pulgões, a distância que o parasitóide deveria percorrer do ponto de liberação, uma das extremidades da placa, até o disco foliar pode ter sido muito pequena, causando a grande variação nos dados observados dentro dos tratamentos (coeficiente de variação=152%) e para o tempo 2, o tamanho da área de forrageamento em relação ao disco foliar pode não ter sido suficiente para oferecer perspectivas para maiores explorações do ambiente pelo parasitóide, já que em média 9 em cada 10 fêmeas testadas por tratamento, não abandonaram o disco após encontrar os hospedeiros.

O controle biológico bem sucedido por *A. colemani* sobre *M. persicae* e *A. gossypii*, em cultivos protegidos na Europa pode ser melhor compreendido analisando a sua exploração pelas duas espécies. Segundo Schelt, Douma e Ravensberg (1990) o potencial reprodutivo de *A. gossypii* em plantas de pepino é muito maior do que o de *M. persicae* em plantas de pimentão, plantas hospedeiras mais adequadas ao desenvolvimento de cada espécie de afídeo e de grande importância econômica. De acordo com os resultados observados nesse experimento, em testes de preferência de *A. colemani* por *M. persicae* e *A. gossypii* sem e com chance de escolha, *A. colemani* oviposita mais em *A. gossypii*, explorando mais o hospedeiro que lhe oferece mais recursos, porém também explora *M. persicae*, tomando mais claro o seu sucesso no controle de ambas as espécies de pulgões, ao contrário dos afídeos *Lysiphlebus testaceipes* que não é eficiente no controle de *M. persicae* e não obtém a mesma eficiência de *A. colemani* sobre *A. gossypii* (Steenis, 1993a) e *Aphidius matricariae*, eficiente apenas em *M. persicae* (Steenis, 1993a; Schelt, 1994).

6 CONCLUSÕES

- A porcentagem de parasitismo, o número de hospedeiros aceitos e o número total de larvas, encontradas através de dissecação de *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover, determinam que *Aphidius colemani* Viereck prefere *A. gossypii* a *M. persicae* em testes sem e com chance de escolha.

- A porcentagem de hospedeiros com larva, em teste sem chance de escolha, indica que *A. colemani* prefere o hospedeiro *A. gossypii* a *M. persicae*.

- A correlação entre o número de toques longos do ovipositor/hospedeiro de *A. colemani* e o número de larvas encontradas nos hospedeiros *A. gossypii* e *M. persicae*, é positiva e significativa.

- Não há diferença no número de encontros e no tempo da primeira visita de *A. colemani* nos hospedeiros *A. gossypii* e *M. persicae*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPHEN, J.J.M. van; VET, L.E.M. An evolutionary approach to host finding and selection. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. (eds.). *Insect parasitoids*. London: Academic, 1986. p.23-54.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.P. *Aphids on the world's crops: an identification guide*. Chichester: J. Wiley, 1984. 466p.
- BRIOSO, P.S.T. Doenças causadas por vírus em pimentão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.18, n.184, p.74-80, 1996.
- BUENO, V.H.P.; GUTIERREZ, A.P.; RUGGLE, P. Parasitism by *Aphidius ervi* (Hym.: Aphidiidae): 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. Patterns of hosi selection by four species of aphidiid (Hymenoptera) parasitoids: influence of host switching. *Ecological Entomology*, London, v.16, n.4, p.403-410, 1991.
- GARDNER, S.M.; WARD, S.A.; DIXON, A.F.G. Limitation of superparasitism by *Aphidius rhopalosiphi*: a consequence of aphid defensive behaviour. *Ecological Entomology*, London, v.9, n.2, 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.
- GIRI, M.K.; PASS, B.C.; YERGAN, K.V. et al. Behavior, net reproduction, longevity, and mummy-stagy survival of *Aphidius matricariae* (HYM. APHIDIIDAE). *Entomophaga*, Paris, v.27, n.2, p.147-153, 1982.
- HAGVAR, E.B.; HOF SVANG, T. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. *Biocontrol News and information*, London, v.12, n.1, p.13-41, 1991.
- HOF SVANG, T.; HAGVAR, E. Superparasitism and discrimination by *Ephedrus cerasicola* (Hym.: Aphidiidae), and aphidiid parasitoid of *Myzus persicae* (Hom.: Aphidiidae). *Entomophaga*, Paris, v.28, n.4, p.379-386, 1983.

- LENTEREN, J.C. van. Biological control. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997. v.2, p.ir.
- LENTEREN, J.C. van; BAKKER, K. Functional responses in invertebrates. **Netherlands Journal of Zoology**, v.26, n.4, p.567-572, 1976.
- LUCK, R.F. Principles of arthropod predation. In: HUFFAKER; C.B., RABB, R.L. (eds.). **Ecological Entomology**. North Carolina: Wiley-Interscience, 1984, p.497-528.
- MACKAUER, M. Determination of parasite preference by choice tests: the *Aphidius smith* (Hymenoptera: Aphidiidae) – pea aphid (Homoptera: Aphididae) model. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.76, n.2, p.256-261, 1983.
- MACKAUER, M.; MICHAUD, J.P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.128, n.6, p.959-980, 1996.
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**, 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. tomo II, 200p.
- RODRIGUES, S.M.M. Parasitismo de *Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Schisaphis graminum* (Rond. 1852) (Hom.: Aphididae) por *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hom.: Aphidiidae) e desenvolvimento do sistema de planta banqueira no controle de *A. gossypii* em casa-de-vegetação. Lavras: UFLA, 1999, p.70.(Dissertação).
- SCHULT, J. van. The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouses. **Experimental and Applied Entomology**, Amsterdam, v.5, p.151-155, 1994.
- SCHULT, J. van; DOUMA, J.B; RABENSBERG, W.J. Recent developments in the control of aphids in sweet peppers and cucumbers. In: LENTEREN, J.C. van (ed.). **Integrated control in glasshouse**.[S.l.]: IOBC/WPRS, 1990. p.190-193. (IOBC/WPRS BULLETIN, v.13, n.5).
- SHU-SHENG, L.; CARVER, M. Studies on biology of *Aphidius sonchi* Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasite of the sowthistle aphid, *Hyperomyzus lactucae* (L.) (Homoptera: Aphididae). **Bulletin of**

- Entomological Research**, London, v.75, p.199-208, 1985.
- SPENCER, H.** Biology of the parasites and hyperparasites of aphids. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.19, n.2, p.119-157, 1926.
- STARÝ, P.** Aphidiidae. In: **MINKS, A.K.; HARREWIJN, P.** (eds.). **Aphids: biology their, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988.v.B, p.171-184.
- STARÝ, P.** Incomplete paratization in aphids and its role in pest management (Hymenoptera: Aphidiidae). **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, Praha, v.86, p.356-367, 1989.
- STEENIS, M.J. van.** Suitability of *Aphis gossypii* Glov., *Macrosiphum euphorbiae* (Thom.) and *Myzus persicae* Sulz. (Hom.: Aphididae) as host for several aphid parasitoid species (Hym.: Braconidae). In: **LEENTEREN, J.C. van** (ed.). **Integrated control in glasshouses**. S.l.: IOBC/WPRS, 1993a. p.157-160. (IOBC/WPRS Bulletin, v.26, n.2).
- STEENIS, M.J. van.** Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* (Glov.) (Hom., Aphididae), at diferent temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Amsterdam, v.116, n.2, p.192-198, 1993b.
- STEENIS, M.J. van; EL-KHAWASS, K.A.M.H.** Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.76, n.2, p.121-131, 1995.
- VINSON, S.B.; IWANTSCH, G.F.** Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.25, p.397-419, 1980.

ANEXO

ANEXO A

Página

- TABELA 1A** Resumo das análises de variância para o número de múnias formadas e porcentagens de parasitismo, de emergência e de fêmeas de *Aphidius colemani* em função da densidade de ninfas de *Myzus persicae*..... 72
- TABELA 2A** Resumo das análises de variância para o número de encontros, de provas com o ovipositor e de hospedeiros aceitos, do tempo para encontrar o disco foliar (tempo 1), tocar com o ovipositor o hospedeiro pela primeira vez (tempo 2) e da primeira visita (tempo 3) de *Aphidius colemani* em função da densidade de ninfas de *Myzus persicae*..... 72
- TABELA 3A** Resumo das análises de variância para a preferência em teste sem chance de escolha, de *Aphidius colemani* por ninfas de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*..... 73
- TABELA 4A** Resumo das análises de variância para a preferência em teste sem e com chance de escolha, de *Aphidius colemani* por ninfas de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, estimada pelo número de encontros, de provas com o ovipositor e de hospedeiros aceitos, do tempo para tocar com o ovipositor o hospedeiro pela primeira vez (tempo 1), do tempo da primeira visita (tempo 2), do número total de larvas e da porcentagem de hospedeiros com larva do parasitóide..... 73

TABELA 1A Resumo das análises de variância para o número de múmi-
as formadas e porcentagens de parasitismo, de emergência e de
fêmeas de *Aphidius colemani* em função da densidade de ninfas
de 2° e 3° instares de *Myzus persicae*.

Variável	QM e significância					
	G.L. Densidade	Densidade	C.V.%	Média Geral	G.L. Resíduo	Resíduo
N.º de múmi- as	3	905,292*	36,00	24,92	36	80,525
% Parasitismo	3	936,440**	35,48	53,31	36	357,734
% Emergência	3	146,717	13,09	85,81	36	126,112
% Fêmeas	3	195,368	25,37	56,65	36	206,626

* Significativo a 5% pelo teste F.

** Significativo a 6,58% pelo teste F.

TABELA 2A Resumo das análises de variância para o número de encon-
tros, de provas com o ovipositor e de hospedeiros aceitos, do tempo
para encontrar o disco foliar (tempo 1), tocar com o ovipositor o
hospedeiro pela primeira vez (tempo 2) e da primeira visita
(tempo 3) de *Aphidius colemani* em função da densidade de
ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae*.

Variável	QM e significância					
	G.L. Densidade	Densidade	C.V.%	Média Geral	G.L. Resíduo	Resíduo
N.º encon- tros	4	2891,870*	42,86	20,18	45	74,798
N.º provas	4	2661,670*	51,58	16,58	45	73,144
N.º aceitos	4	577,380*	40,72	8,66	45	12,438
Tempo 1	4	34258,000	187,51	64,30	45	14536,989
Tempo 2	4	74585,830*	160,97	89,24	45	20636,573
Tempo 3	4	3021667,07*	37,54	1320,38	45	245715,37

* Significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 3A Resumo das análises de variância para a preferência em teste sem chance de escolha, de *Aphidius colemani* por ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*.

Variável	QM e significância					
	G.L. Preferência	Preferência	C.V.%	Média Geral	G.L. Resíduo	Resíduo
% Parasitismo	1	2645,000*	26,92	63,50	18	292,222
% Emergência	1	123,008	12,74	84,47	18	113,186

* Significativo a 5% pelo teste F.

TABELA 4A Resumo das análises de variância para a preferência em teste sem e com chance de escolha, de *Aphidius colemani* por ninfas de 2° e 3° instares de *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, estimada pelo número de encontros, de provas com o ovipositor e de hospedeiros aceitos, do tempo para tocar com o ovipositor o hospedeiro pela primeira vez (tempo 1), do tempo da primeira visita (tempo 2), do número total de larvas e da porcentagem de hospedeiros com larva do parasitóide.

Variável	QM e significância					
	G.L. Preferência	Preferência	C.V.%	Média Geral	G.L. Resíduo	Resíduo
N.º encontros	3	1,871	46,19	2,74	36	1,604
N.º provas	3	1,697	70,58	1,32	36	0,869
N.º aceitos	3	0,745*	33,53	0,90	36	0,092
Tempo 1	3	10666,500	153,39	102,55	36	24422,178
Tempo 2	3	31002,200	17,54	860,20	36	22753,439
Total de larvas	3	0,535*	32,64	0,78	36	0,064
% com larva	3	0,341*	31,61	0,66	36	0,043

* Significativo a 5% pelo teste F.