

**INTERAÇÃO CRISÂNTEMO-PULGÃO-
PARASITÓIDES/PREDADOR VISANDO AO
CONTROLE BIOLÓGICO EM CULTIVOS
PROTEGIDOS**

MARIA DA CONCEIÇÃO DE MENEZES SOGLIA

2005

MARIA DA CONCEIÇÃO DE MENEZES SOGLIA

INTERAÇÃO CRISÂNTEMO-PULGÃO-PARASITÓIDES/PREDADOR
VISANDO AO CONTROLE BIOLÓGICO EM CULTIVOS
PROTEGIDOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como
parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia/Entomologia, área de concentração em
Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de
"Doutor"



Orientadora

Profª. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS

2005

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

Soglia, Maria da Conceição de Menezes

Interação crisântemo-pulgão-parasitóides/predador visando ao controle
biológico em cultivos protegidos / Maria da Conceição de Menezes

Soglia. -- Lavras : UFLA, 2005.

130 p. : il.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Crisântemo. 2. Controle biológico. 3. Cultivo protegido. 4. Pulgão. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.93355

MARIA DA CONCEIÇÃO DE MENEZES SOGLIA

**INTERAÇÃO CRISÂNTEMO-PULGÃO-PARASITÓIDES/PREDADOR
VISANDO AO CONTROLE BIOLÓGICO EM CULTIVOS
PROTEGIDOS**

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

APROVADA em 18 de Fevereiro de 2005.

Prof. Dr. Fernando Luis Consóli	ESALQ/USP
Prof. Dr. Geraldo A. Carvalho	UFLA
Prof. Dr. Joop C. van Lenteren	WU - Holanda
Prof. Dr. José Maurício S. Benfô	ESALQ/USP


Prof. Dra. Vanda Helena Paes Bueno
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS
2005

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, e a todos aqueles que acreditam que o ser humano pode ser sempre melhor.

À Professora Doutora Vanda Helena Paes Bueno, pela orientação com muito profissionalismo e competência, pelos conhecimentos fornecidos, além da compreensão, confiança e amizade dispensadas durante todo o tempo que convivemos.

Ao grupo Schoenmaker – Fazenda Terra Viva, em especial ao técnico Alison, pelo empenho no fornecimento de mudas e folhas das cultivares de crisântemo.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura da Embrapa, Cruz das Almas, Bahia, pelo espaço concedido para a execução dos experimentos da tese.

Aos pesquisadores da Embrapa - Mandioca e Fruticultura, Dr. Antonio S. do Nascimento e Dr. Rômulo da Silva Carvalho, pela orientação, cooperação, amizade e por terem me revelado os caminhos da pesquisa, além do empenho dispensado na condução deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Entomologia pela dedicação e conhecimentos fornecidos durante o curso, e aos funcionários Elaine, Fábio, Júlio, Lisiane, Marly e Nazaré, pela amizade.

Ao professor Dr. Eduardo Alves e a técnica Eloísa Leite, do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pela realização da microscopia eletrônica de varredura.

Ao professor Dr. Evaristo Veiga, do Departamento de Biologia da UFLA, pelo auxílio na identificação dos tricomas e pela amizade.

A Lúcia A. Mendonça e ao pesquisador da Embrapa – Mandioca e Fruticultura Dr. Carlos Alberto da S. Ledo, pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos funcionários da Embrapa – Mandioca e Fruticultura Dílson Brito, José Carlos Neri, Nilton Leite e aos estagiários Edson, Neto, Patrícia e Nicole, pelo carinho, dedicação e auxílio na execução dos experimentos, além da adorável convivência.

Aos amigos, Aelson, Ana Firmino, Dione, Jane, Jerônimo, Isamara Melo, Kátia Andrade, Kátia Leão, Manuel Teixeira, Marilda Melo, Mércia de Menezes, Paulo Gabriel, Priscila Melo, Rita Barreto, Rita Rodrigues e Tati Veloso, pelo carinho e amizade sincera.

Ao meu Irmão-Pai-Filho-Amigo e Poeta, Nerivaldo Carneiro de Menezes Júnior (Nuno Menezes), pelo delicioso convívio como irmão nessa existência cheia de amor, cumplicidade e ternura.

Às pessoas que, com carinho e dedicação, tentaram de alguma forma suprir a minha ausência junto aos meus filhos, Lení de Fátima Gonçalves e Valdete de Jesus Vieira.

A toda a família Melo, Menezes e Soglia, pelo nosso enlace, e aos meus sobrinhos amados: André, Gabriel, Geovana, Luã, Maria Eduarda, Matheus, Netinho e Victor. A Alexandre, Alef, Eduardo, Hendor, Hermano, Igor, João Gabriel e Maria Antonia, pelo carinho e ternura.

Aos inesquecíveis amigos de Lavras e da pós-graduação: Aleandra, Alex Auad, Ariana, Áurea (Baby), Carvalho Ecoly, Cinthya, Elizângela, Fernando, Gabriela, Gustavo, Iara, Lenaldo, Leonardo Barbosa, Leozão, Lívia, Lucimeire, Luciano Pacceli, Luís Cláudio, Luiz R. Abreu, Maiara, Márcio, Patrícia Auad, Ricardo, Sandra, Sandra Rodrigues, Simone, Taciana e Vinícius, pelo convívio, momentos de alegria e por tudo que vivemos juntos.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida para a realização do Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1	
1 Introdução geral.....	1
2 Referencial teórico.....	4
2.1 A cultura do crisântemo.....	4
2.2 Descrição e importância do pulgão <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877....	5
2.3 Aspectos biológicos e importância da subfamília Aphidiinae.....	6
2.3.1 Comportamento de busca e parasitismo de <i>Aphidius colemani</i> Viereck, 1912 e <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880) (Hym.: Braconidae, Aphidiinae).....	8
2.4 Aspectos biológicos e importância da família Anthocoridae.....	10
2.4.1 Predação e oviposição de <i>Orius insidiosus</i> (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae).....	11
2.5 Tricomas.....	12
2.5.1 Tricomas não-glandulares (tectores) e glandulares.....	13
2.5.2 Principais funções dos tricomas.....	14
2.6 Interação tritrófica.....	14
3 Referências bibliográficas.....	20
CAPÍTULO 2 Desenvolvimento e parasitismo de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880) e <i>Aphidius colemani</i> Viereck, 1912 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em duas cultivares de crisântemo	
1 Resumo.....	29
2 Abstract.....	31
3 Introdução.....	33
4 Material e métodos.....	35
4.1 Criação de <i>A. gossypii</i>	35
4.2 Criação de <i>L. testaceipes</i> e <i>A. colemani</i>	36
4.3 Parasitismo e desenvolvimento de <i>L. testaceipes</i> e <i>A. colemani</i> mantido em duas cultivares de crisântemo de corte.....	36
4.4 Análise estatística.....	37
5 Resultados e discussão.....	39
5.1 Desenvolvimento de <i>L. testaceipes</i> e <i>A. colemani</i> em <i>A. gossypii</i> ...	39

5.2 Parasitismo e emergência de <i>L. testaceipes</i> e <i>A. colemani</i> em <i>A. gossypii</i>	43
6 Conclusões.....	49
7 Referências bibliográficas.....	50

CAPÍTULO 3 Influência de tricomas em folhas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) sobre a eficiência de busca do parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) pelo hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

1 Resumo.....	52
2 Abstract.....	55
3 Introdução.....	57
4 Material e métodos.....	59
4.1 Criação do pulgão <i>A. gossypii</i>	59
4.2 Criação do pulgão <i>S. graminum</i>	60
4.3 Criação do parasitóide <i>A. colemani</i>	60
4.4 Comportamento de busca do parasitóide <i>Aphidius colemani</i> em cultivares de crisântemo.....	58
4.4.1 Atividade de caminhamento.....	58
4.4.2 Velocidade de caminhamento.....	58
4.4.3 Comportamento de busca de <i>A. colemani</i> em diferentes densidades de <i>A. gossypii</i>	62
4.4.4 Parasitismo de <i>A. colemani</i> em cultivares de crisântemo.....	63
4.5 Análise estatística.....	65
5 Resultados e discussão.....	66
5.1 Comportamento de busca de <i>A. colemani</i> em cultivares de crisântemo.....	68
5.1.1 Atividade e velocidade de caminhamento.....	68
5.1.2 Comportamento de busca de <i>A. colemani</i> em diferentes densidades de <i>A. gossypii</i>	69
5.1.3 Parasitismo de <i>A. colemani</i> em cultivares de crisântemo.....	74
6 Conclusões.....	77
7 Referências bibliográficas.....	78

CAPÍTULO 4 Influência do complexo planta/hospedeiro e planta na resposta olfativa de *A. colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae)

1 Resumo.....	81
2 Abstract.....	83
3 Introdução.....	85

4 Material e métodos.....	87
4.1 Criação e obtenção de ninfas do pulgão <i>A. gossypii</i>	87
4.2 Criação do pulgão <i>S. graminum</i>	88
4.3 Criação e obtenção do parasitóide <i>A. colemani</i>	88
4.4 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> a dois complexos planta-hospedeiro.....	89
4.4.1 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> ao complexo crisântemo/ <i>Aphis gossypii</i> e crisântemo.....	91
4.4.2 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> aos complexos crisântemo/ <i>Aphis gossypii</i> e sorgo/ <i>Schizaphis graminum</i>	91
4.5 Análise estatística.....	92
5 Resultados e discussão.....	93
5.1 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> a diferentes complexos planta-hospedeiro.....	93
5.1.1 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> ao complexo crisântemo/ <i>Aphis gossypii</i> (Cr/Ag) e crisântemo (Cr).....	93
5.1.2 Resposta olfativa de <i>A. colemani</i> aos complexos crisântemo/ <i>Aphis gossypii</i> (Cr/Ag) e sorgo/ <i>Schizaphis graminum</i> (So/Sg).....	95
6 Conclusões.....	99
7 Referências bibliográficas.....	100

CAPÍTULO 5 Influência de cultivares de crisântemo no desenvolvimento ninfal, predação e oviposição de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae).

1 Resumo.....	102
2 Abstract.....	103
3 Introdução.....	105
4 Material e métodos.....	107
4.1 Criação de manutenção de <i>A. gossypii</i>	107
4.2 Criação de manutenção do predador <i>O. insidiosus</i>	108
4.3 Desenvolvimento ninfal de <i>O. insidiosus</i> em <i>A. gossypii</i> em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas..	108
4.4 Predação de <i>O. insidiosus</i> em <i>A. gossypii</i> em duas cultivares de crisântemo.....	108
4.5 Oviposição de <i>O. insidiosus</i> em pecíolos de duas cultivares de crisântemo.....	110
4.6 Análise estatística.....	111
5 Resultados e discussão.....	112
5.1 Desenvolvimento ninfal de <i>O. insidiosus</i> em <i>A. gossypii</i> em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas.....	112
5.1.1 Número e duração dos instares.....	112

5.1.2 Duração da fase ninfal.....	113
5.1.3 Consumo alimentar.....	114
5.1.4 Sobrevivência ninfal.....	116
5.2 Predação de <i>O. insidiosus</i> em <i>A. gossypii</i> em duas cultivares de crisântemo.....	117
5.3 Oviposição de <i>O. insidiosus</i> em pecíolos de cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas.....	120
6 Conclusões.....	125
7 Referências bibliográficas.....	126

RESUMO

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Interação crisântemo-pulgão-parasitóides/predador visando ao controle biológico em cultivos protegidos.** UFLA, 2005. 130 p. Tese (Doutorado em Entomologia). Lavras¹

Os parasitóides *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Aphidius colemani* Viereck, e o predador *Orius insidiosus* (Say) estão presentes em vários cultivos em casas de vegetação, desempenhando importante papel como agentes de controle biológico. Entretanto, características morfológicas das plantas, como os tricomas, podem influenciar nos vários parâmetros biológicos desses inimigos naturais dentro das interações tritróficas. O presente trabalho teve por objetivos avaliar o desenvolvimento e o parasitismo de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *Aphis gossypii* em duas cultivares de crisântemo Yellow Snowdon e White Reagan, com diferentes densidades de tricomas (11,3 e 16,6 tricomas/mm² da folha, respectivamente), a influência de tricomas em folhas de crisântemo na eficiência de busca de *A. colemani* por *A. gossypii*, o efeito de complexos planta/hospedeiro e planta na resposta olfativa de *A. colemani*, bem como aquele de cultivares de crisântemo no desenvolvimento ninfal, predação e oviposição de *O. insidiosus*. Os testes foram desenvolvidos em câmara climática (22 ± 1°C ou 25 ± 1°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h) e em sala climatizada (23 ± 2°C, 80 ± 10% e fotofase de 12h). O comportamento de orientação de fêmeas inexperientes e experientes de *A. colemani* foi observado em olfatômetro de vidro tipo Y. O tempo de desenvolvimento foi de 15,0 e 12,9 dias para *L. testaceipes* e de 17,0 e 16,3 dias para *A. colemani* nas cultivares Yellow Snowdon (YS) e White Reagan (WR), respectivamente. As taxas de parasitismo de *L. testaceipes* foram significativamente maiores (68,4% e 50%) quando comparadas às de *A. colemani* (46,8% e 35,0%) em YS e WR, respectivamente. O número de encontros de *A. colemani* com o hospedeiro e de toques longos com o ovipositor, aumentou linearmente com o incremento da densidade de *A. gossypii* independente da cultivar de crisântemo. O número de toques curtos de *A. colemani* e o tempo de permanência na folha foi maior na cv. WR e na densidade de oito hospedeiros. A atividade de caminhamento de *A. colemani* foi maior em WR (64%) quando comparado a YS (47%). Fêmeas inexperientes e experientes de *A. colemani*, quando confrontadas com o complexo

¹ Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

planta/hospedeiro e apenas a planta, orientaram-se, preferencialmente, para a fonte de odor constituída pelo complexo crisântemo/*A. gossypii*. Quando confrontados os complexos de origem sorgo/*Schizaphis graminum* vs. complexo alternativo (crisântemo/*A. gossypii*), 64,0% das fêmeas de *A. colemani* sem experiência prévia de oviposição orientaram-se, preferencialmente, para o complexo de origem. As cultivares de crisântemo YS e WR não influenciaram no número de instares bem como no desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus*. O consumo de pulgões por fêmeas adultas do predador foi significativamente maior ($P < 0,01$) em WR (2,63 ninfas de *A. gossypii*), comparado a aquele em YS (0,7 ninfa de *A. gossypii*). Fêmeas de *O. insidiosus* ovipositaram em pecíolos com diferentes densidades de tricomas das duas cultivares, com número total de ovos/fêmea de 23,3 e 22,5 ovos em YS e WR, respectivamente. Embora diferentes plantas hospedeiras produzam uma gama de respostas, cultivares da mesma espécie podem também afetar diferentemente os parasitóides/predador, via o herbívoro *A. gossypii* nas interações tritróficas. As cultivares YS e WR oferecem condições para colonização e estabelecimento de *O. insidiosus*. O desenvolvimento e o desempenho de *L. testaceipes* e *A. colemani* são influenciados pelas cultivares de crisântemo em que *A. gossypii* é mantido, com menor tempo de desenvolvimento e maior desempenho observados na cultivar cuja superfície foliar apresenta maior densidade de tricomas. Pode-se inferir que a utilização associada de *L. testaceipes* e *A. colemani*, como agentes de controle biológico e cultivares resistentes de crisântemo na regulação da população de *A. gossypii*, pode se constituir em uma tática de manejo viável nessa cultura em casas de vegetação.

ABSTRACT

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Interaction chrysanthemum-aphid-parasitoids/predator seeking the biological control under protected cultivations.** UFLA, 2005. 130 p. Thesis (Doctor in Entomology). Lavras¹

The parasitoids *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Aphidius colemani* Viereck and the predator *Orius insidiosus* (Say) are present in several crops under greenhouse conditions, and play an important role as biological control agents. Also, plant morphologic characteristics can affect several biological parameters of these natural enemies, within the tri-trophic interactions. The objectives of this study were to evaluate the development and the parasitism of *L. testaceipes* and *A. colemani* on *Aphis gossypii* Glover, in two commercial cultivars of chrysanthemum Yellow Snowdon and White Reagan, with different trichome densities (11.3 and 16.6 trichomes/mm² of leaf area, respectively), the influence of chrysanthemum foliar trichome densities on the effectiveness of the searching behavior of *A. colemani* on *A. gossypii*, the influence of plant/host complexes and plant in the odor response of *A. colemani*, as well as the effect of cultivars of chrysanthemum on the nymphal development, and predation and on the oviposition behavior of the predator, *Orius insidiosus*. The experiments were carried out in a climatic chamber (22±1°C, 70±10% RH, and photophase of 12h), and in an acclimatized laboratory room (23±2°C, 80±10% RH and photophase of 12h). The orientation behavior of experienced and inexperienced *A. colemani* females was observed using a Y-type glass olfactometer. The development time was 15.0 and 12.9 days for *L. testaceipes*, and 17.0 and 16.3 days for *A. colemani*, on the cultivars Yellow Snowdon (YS) and White Reagan (WR), respectively. The parasitism rates of *L. testaceipes* were significantly higher (68.4% and 50.0%), as compared to the parasitism rates of *A. colemani* (46.8% and 35.0%) in nymphs of *A. gossypii* reared on YS and WR, respectively. The number of contacts of *A. colemani* with the host, and of long touches with the ovipositor, increased linearly with the increment in the density of *A. gossypii*, independently of the chrysanthemum cultivars. The number of short touches (probes) of *A. colemani* and the time of permanence of this parasitoid on the leaves were higher on the cultivar WR, and at the density of eight hosts. The walking activity was higher on WR. (64%), compared to YS (47%). When inexperienced and experienced *A. colemani* females were

¹ Adviser: Dra. Vanda Helena Paes Bueno

confronted with the plant/host complex or only with a non-infected plant, they preferentially orientated themselves to the source of odor originated from the Chrysanthemum/*A. gossypii* complex. When the complexes originated from Sorghum/*Schizaphis graminum* vs. alternative complex Chrysanthemum/*A. gossypii* were confronted, it was found that 64.0% of the females' *A. colemani* without previous oviposition experience, oriented preferentially to their original odor complex. The chrysanthemum cultivars YS and WR did not influence neither the number of instars, nor the development of *O. insidiosus* nymphs. The consumption of aphids by the adult females of the predator was significantly higher ($p < 0.01$) on WR (2.63 nymphs of *A. gossypii*) as compared to YS (0.7 nymphs of *A. gossypii*). Females of *O. insidiosus* laid eggs on petioles of the two chrysanthemum cultivars with different trichome densities. The total number of eggs/ female was 23.3 and 22.5 eggs on YS and WR, respectively. Although different host plants produce a range of responses, cultivars of the same species may also differentially affect the parasitoids/predator, through the herbivorous host *A. gossypii* in the tri-trophic interactions. The cultivars YS and WR offered feasible conditions for colonization and establishment of the predator *O. insidiosus*. The development and performance of *L. testaceipes* and *A. colemani* are influenced by the chrysanthemum cultivars where *A. gossypii* is maintained, with a lower development time and higher performance observed for the cultivar with the highest density of plant trichomes on the leaf surface. It can be concluded that the association of *L. testaceipes* and *A. colemani* as biocontrol agents and resistant chrysanthemum cultivars, in the regulation of the *A. gossypii* population, constitutes a feasible strategy for management of this crop under greenhouse conditions.

CAPITULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Planta ornamental cultivada pela beleza e durabilidade de suas inflorescências, o crisântemo, *Dendranthema grandiflora* Tzvelev, tem grande valor comercial por ser uma das flores de maior aceitação no mercado. É cultivada e comercializada em todo o mundo, com destaque para a Europa, Japão, EUA e Brasil. Responde por cerca de 0,4% do volume total de flores exportadas em todo o mundo e, no Brasil, ocupa lugar de destaque, sendo uma das plantas mais cultivadas como flor de corte, juntamente com a roseira (Brasil, 1993; Rout & Das, 1997; Barbosa, 2003).

Entretanto, o grande número de cultivares, aliado ao aumento da área de produção intensiva, tem gerado problemas fitossanitários capazes de provocar prejuízos econômicos à cultura. Neste contexto, sobressaem os pulgões que constituem, na atualidade, um dos grupos de insetos de maior importância agrícola em âmbito mundial. Dentre as várias espécies, *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) tem sido a de maior ocorrência. Segundo Imenes & Alexandre (1996), ao instalarem-se nas hastes, botões florais e na face abaxial das folhas de crisântemo, promove o encarquilhamento das folhas, deformações dos brotos e botões florais, devido à sucção da seiva. O *honeydew* excretado por esses insetos promove a instalação da fumagina, cuja presença reduz a capacidade fotossintética da planta, bem como o valor estético, inviabilizando a sua comercialização.

Nos cultivos protegidos, sobretudo com flores, nos quais os pulgões estão presentes, o controle químico é aplicado de forma intensiva e

indiscriminada, gerando problemas como resistência e redução na longevidade e fecundidade de alguns de seus inimigos naturais (Hagvar & Hofsvang, 1991). Estudos têm sido desenvolvidos na tentativa de minimizar o uso desse tipo de controle, buscando outros métodos, como o uso de plantas resistentes e o controle biológico, nos quais os parasitóides e predadores podem desempenhar um importante papel na regulação das pragas (Starý, 1993).

A regulação das populações de afídeos tem sido efetivamente conseguida em inúmeras culturas, incluindo crisântemo, em todo o mundo pelo uso de agentes de controle biológico, como os parasitóides *Aphidius colemani* Viereck, 1912 e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hym.: Braconidae, Aphidiinae). Os predadores da família Anthocoridae com destaque para a espécie *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) têm os pulgões em sua lista de presas.

Por outro lado, plantas, herbívoros e organismos do terceiro nível trófico estão interconectados por relações complexas e sutis que ainda precisam ser compreendidas. Tingey et al.(1981) e Lara (1991), relatam que as relações entre inimigos naturais e seus hospedeiros/presas podem ser influenciadas diretamente pela planta hospedeira ou, ainda, indiretamente afetando o herbívoro e este atuando sobre o seu inimigo natural de forma positiva ou negativa. É importante que esta interação seja bem analisada antes que táticas de manejo, como a resistência de plantas e o controle biológico sejam aplicadas. Isso porque os mecanismos de resistência da planta podem influenciar diretamente o inimigo natural durante seleção do hospedeiro devido á presença de barreiras estruturais da planta, como os tricomas foliares, ou por meio de substâncias tóxicas, como antibióticos que são ingeridos pelos predadores e parasitóides por meio da presa/hospedeiro.

Estudos de sistemas com três níveis tróficos são essenciais no intuito de descobrir como as plantas sustentam a ação de inimigos naturais, em

combinação ou não com resistência de plantas ao hospedeiro, e como isso pode ser manipulado para o benefício desses inimigos naturais (Vinson, 1976). Pois parasitóides e predadores, ao longo do processo evolutivo, têm explorado os aleloquímicos liberados pelas plantas, utilizando-os como sinais na orientação e localização de seus hospedeiros ou presas, e envolvendo interações físico-químicas da planta, do fitófago e do inimigo natural (Metcalf & Metcalf, 1992).

Este trabalho teve como objetivo promover o estudo das interações tritróficas envolvendo cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas tectores, os parasitóides *A. colemani* e *L. testaceipes*, o predador *O. insidiosus* e o pulgão *A. gossypii*, avaliando-se a influência de duas cultivares no desenvolvimento, parasitismo, comportamento de busca desses parasitóides, o comportamento de orientação e localização de hospedeiros em diferentes complexos planta-hospedeiro e planta pelo parasitóide *A. colemani*, bem como a influência dessas cultivares no desenvolvimento ninfal e no comportamento de predação e oviposição de *O. insidiosus*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do crisântemo

Dentre os principais produtos da floricultura brasileira destaca-se o crisântemo, planta ornamental pertencente ao gênero *Dendranthema*, família Asteraceae. O crisântemo tem grande valor comercial por ser uma das ornamentais de maior aceitação no mercado, ocupando lugar de destaque e sendo uma das mais cultivadas para flor de corte no Brasil, além do seu cultivo em vaso (Barbosa et al., 2003).

Na região Sudeste, principalmente no estado de São Paulo, o crisântemo representa um dos principais produtos de comercialização, concentrando 70% da produção nacional. Os 30% restantes estão divididos entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Imenes & Alexandre, 1996; Barbosa et al., 2003). A grande maioria das cultivares dessa ornamental é cultivada em casas de vegetação, permitindo a obtenção de três ciclos anuais. No Estado de São Paulo, o crisântemo de corte ocupa 54% desses ambientes, o que corresponde a 92,75 ha da área plantada e o crisântemo em vaso 21% (Arruda et al., 1996).

A alta exigência do mercado consumidor quanto ao volume de produção e à qualidade da planta de crisântemo cria a necessidade de um melhor conhecimento dos aspectos fitossanitários da cultura. Nesse contexto, destacam-se insetos-praga que, associados a essa cultura em ambientes protegidos e no campo, vêm ocasionando perdas na produção e comercialização das flores. Dentre esses insetos merecem destaque moscas-minadoras, moscas-brancas, lagartas, besouros, tripes, cochonilhas e pulgões, como as espécies *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Bergmann et al., 1996; Favero, 1996).

2.2 Descrição e importância do pulgão *A. gossypii*

Os afídeos constituem um extenso grupo de insetos de tamanho pequeno, frequentemente encontrados em grande quantidade sugando a seiva de ramos ou folhas de plantas. Dentre os vários gêneros, destaca-se *Aphis*, com mais de 400 espécies, muitas delas importantes pragas de plantas cultivadas (Blackman & Eastop, 1984). O pulgão-do-algodoeiro, *A. gossypii*, pertence à família Aphididae, considerada a maior e mais comum, com aproximadamente 4.000 espécies distribuídas ao redor do mundo (Dixon, 1987).

Os adultos ápteros dessa espécie medem cerca de 0,9 a 1,8 mm de comprimento, possuem sífúnculos escuros em relação à cauda, que se apresenta pálida, olhos vermelhos e antenas mais curtas que o comprimento do corpo. Sua coloração pode variar de amarelo-claro ao verde-escuro, em função da fonte de alimento, da densidade populacional e da temperatura a que são submetidos (Blackman & Eastop, 1984). Em condições de alta densidade populacional e situações adversas, como falta de alimento e variações de temperatura, surgem às formas aladas, que voam para outras plantas, constituindo novas colônias (Peña-Martinez, 1992; Santini, 1997). Os alados medem de 1,1 a 1,8 mm de comprimento (Blackman & Eastop, 1984), apresentam cabeça e tórax negros, o abdome verde-escuro, com tonalidades amarelas devido à presença de ninfas no seu interior (Peña-Martinez, 1992). O pulgão adulto vive de 2 a 3 semanas, produzindo de 3 a 10 descendentes em um dia (Malais & Ravensberg, 1992; Soglia et al., 2003).

A. gossypii é uma espécie cosmopolita, e constitui uma das principais pragas em cultivos protegidos, nas regiões de clima temperado sendo particularmente abundante e bem distribuída nos trópicos. É uma espécie polífaga, tendo como plantas hospedeiras algodão, pepino, citros, café, cacau, berinjela, pimentão, batata e muitas espécies de plantas ornamentais (Blackman & Eastop, 1984). Atacam culturas de grande importância econômica, como

alface, cebola, curcubitáceas, crucíferas, melão, soja, tulipa e crisântemo, causando prejuízos devido à sucção da seiva e à secreção do *honeydew*, o que favorece a instalação de fungos que reduzem a área fotossintética, a produtividade e o valor comercial. São responsáveis pela transmissão de mais de 50 viroses (Blackman & Eastop, 1984; Vehrs et al., 1992). Kocourek et al. (1994) relatam também que *A. gossypii* é um eficiente vetor do vírus da tristeza (TV) em rutáceas, do vírus do mosaico do pimentão (CMV) e do vírus do mosaico da melancia 2 (WMV2), em curcubitácias.

Segundo Guldemon & Belder (1993) e Leclant & Deguine (1994), *A. gossypii* ocasiona sérios problemas nas regiões temperadas aos cultivos de pepino, pimentão, tomate e crisântemo em casa de vegetação. Nesse ambiente, é considerada uma praga de grande importância econômica também no Brasil (Bueno et al., 2003).

2.3 Aspectos biológicos e importância da subfamília Aphidiinae

A subfamília Aphidiinae compreende um grupo de himenópteros, de cerca de 2 mm de comprimento, que se caracterizam biologicamente por serem endoparasitóides solitários exclusivamente de pulgões. Os machos pertencentes a essa família possuem antenas mais longas do que as fêmeas, um abdome de forma arredondada e coloração preta com pernas marrom-escuras. As fêmeas possuem um abdome pontiagudo, com ovipositor, coloração preta e pernas marrom-claras (Bueno, 2000a).

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. A reprodução é do tipo biparental na maioria das vezes, caracterizando-se por ovos fertilizados que dão origem a fêmeas, e os não fertilizados a machos. Contudo, uma fêmea acasalada pode colocar ovos inférteis poucas horas após a cópula ou

no fim da sua vida reprodutiva, quando o suprimento de esperma já se esgotou (Stary, 1988).

A fêmea adulta de um parasitóide, após emergência, deve localizar um hospedeiro adequado a fim de reproduzir-se. Uma série de etapas tem sido sugerida para o sucesso da relação parasitóide-hospedeiro e estes eventos são divididos em localização do hábitat, e do hospedeiro, aceitação, adequabilidade e regulação do hospedeiro (Vinson & Iwantsch, 1980; Bueno, 2000a).

Uma vez o hospedeiro aceito, a fêmea deposita seus ovos na hemocele do afídeo e, após três dias em média, o primeiro instar larval eclode. Nos três primeiros instares, as larvas alimentam-se da hemolinfa do hospedeiro e, quando a larva passa para o quarto instar alimenta-se ativamente de todo o tecido interno remanescente. A larva ataca a face ventral do hospedeiro fixando-o na folha por uma seda; a larva de quarto instar, tece um casulo no interior do hospedeiro e forma a pupa do parasitóide. Nesse estágio, o tegumento do hospedeiro endurece formando uma múmia de coloração marrom dourada (Hågvar & Hofsvang, 1991; Bueno, 2000a).

A longevidade é variável em condições favoráveis de temperatura, umidade e alimento (principalmente *honeydew* de afídeos), podendo também ser influenciada pela planta hospedeira e pelo herbívoro hospedeiro (Hågvar & Hofsvang, 1991; Steenis, 1995). As fêmeas parasitóides não possuem uma preferência evidente por um instar específico do hospedeiro (Hågvar & Hofsvang, 1991) e, ao ovipositarem em ninfas de primeiro e segundo instares, essas não atingem a fase adulta, o que implica, conseqüentemente, na ausência de geração de descendentes (Stary, 1988).

2.3.1 Comportamento de busca e parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck e *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym., Braconidae Aphidiinae)

Durante o processo de busca pelo hospedeiro, as fêmeas de parasitóides da subfamília Aphidiinae utilizam uma variedade de informações para detectar e avaliar um hospedeiro, como características olfativas associadas ao hospedeiro ou a planta (Mackauer et al., 1996). Ainda segundo esses autores, características como cor, forma e movimentos dos afídeos são identificadas a distância, sem contato físico, e fazem parte do seu reconhecimento como hospedeiro potencial e estimulam o parasitóide a movimentar-se em sua direção. A avaliação da qualidade e adequabilidade do hospedeiro ocorre por meio de toques com as antenas (encontro) e provas com o ovipositor (toques curtos com o ovipositor). A qualidade e a adequabilidade do hospedeiro vão definir se esse tem características fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento das formas imaturas 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 e, quando aceito, o parasitóide oviposita no hospedeiro, sendo a oviposição reconhecida pelo toque longo com o ovipositor.

A. colemani e *L. testaceipes* são endoparasitóides solitários que utilizam várias espécies de afídeos como hospedeiro. *A. colemani* é considerado o principal agente de controle biológico dos pulgões *M. persicae* e *A. gossypii* em utilização na Europa, em diversas culturas em ambientes protegidos (Starý et al., 1993; Steenis & El-Khawass, 1995; Van Lenteren, 1997a). Albert (1999) relata que a liberação de *A. colemani* exerceu um controle satisfatório do pulgão *A. gossypii* em crisântemo de corte cultivado em ambiente protegido.

O endoparasitóide *L. testaceipes* encontra-se associado a vários agroecossistemas em diversos países parasitando diferentes espécies de pulgões (Costa & Starý, 1988). Na Europa, a utilização de *L. testaceipes* para o controle de *A. gossypii* em cultivos protegidos deu-se no ano de 1990 (Van Lenteren,

1997b); liberações já foram feitas em cultivos de pepino e crisântemo (Heinz et al., 1999; Murphy et al., 1999). No Brasil, estudos têm demonstrado que *A. colemani* e *L. testaceipes* são promissores agentes de controle biológico de afídeos, particularmente de *A. gossypii* em ambientes protegidos (Rodrigues & Bueno, 2001; Rodrigues et al., 2001; Sampaio et al., 2001; Bueno et al., 2003; Carnevale et al., 2003; Rodrigues et al., 2004).

O comportamento de parasitismo inicia-se com a localização do hospedeiro. Os pulgões são procurados aleatoriamente sobre as plantas, algumas vezes ao longo das nervuras ou bordos das folhas (Hagvar & Hofsvang, 1991). De acordo com Schelt (1994), uma fêmea de *A. colemani* é capaz de parasitar uma média de 132 hospedeiros por dia da espécie *A. gossypii*. Sobre *M. persicae* mantido em plantas de crisântemo, Mongui et al. (1986), observaram uma taxa de parasitismo por *A. colemani* de 50%. Segundo Schelt (1994), o período de desenvolvimento de ovo à formação da múmia varia de 11,2 a 8,3 dias, respectivamente, nas temperaturas de 18°C e 22°C em *A. gossypii*. Steenis (1993) relatou que o período de desenvolvimento de ovo a adulto de *A. colemani*, utilizando o mesmo hospedeiro, foi de 12,5 dias a 20°C, decrescendo para 10 dias a 25°C.

Além da espécie hospedeira, um outro fator que influencia a eficiência de busca e a taxa de parasitismo de fêmeas da subfamília Aphidiinae é a densidade do hospedeiro (Hofsvang & Hagvar, 1981). Sampaio et al. (2001), avaliando o parasitismo de *A. colemani* sobre o pulgão *M. persicae* nas densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas de 2ª e 3ª instares do pulgão/disco foliar de pimentão, observaram que o número de encontros aumentou com o aumento da densidade do hospedeiro, com um aumento brusco na maior densidade. Entretanto, as porcentagens de emergência e de parasitismo não foram influenciadas pela densidade do hospedeiro. Steenis & El-Khawass (1995)

observaram que o tempo da primeira visita de *A. colemani* sobre *A. gossypii* aumentou com o incremento da densidade do hospedeiro.

De acordo com Steenis & El-Khawass (1995), *L. testaceipes* possui uma alta taxa de parasitismo e um pequeno período reprodutivo. Essas características são encontradas em insetos da subfamília Aphidiinae e a fêmea apresenta uma fecundidade de 128 a 180 ovos e longevidade de 2,6 dias.

Rodrigues & Bueno (2001), avaliando o parasitismo de *L. testaceipes* sobre ninfas de 2ª e 3ª instares dos pulgões *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) e *A. gossypii*, obtiveram em testes com e sem chance de escolha, taxas de parasitismo de 67% e 76% para *S. graminum* e 46% e 56% para *A. gossypii* respectivamente, com ambos os hospedeiros mostrando-se adequados ao desenvolvimento de *L. testaceipes*.

2.4 Aspectos biológicos e importância da família Anthocoridae

A família Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera) apresenta cerca de 600 espécies amplamente distribuídas em todo o mundo, comuns em diversos habitats, desde vegetação nativa a importantes e diferentes agroecossistemas (Malais & Ravensberg, 1992) e, dentre os vários gêneros, destaca-se o gênero *Orius* Wolff. Várias espécies vêm sendo estudadas e relatadas como importantes agentes de controle biológico em programas de manejo integrado de pragas; são predadores generalistas alimentando-se de tripes, ácaros, ovos, algumas larvas de lepidópteros e afídeos (Bueno, 2000b).

Os adultos são bons voadores e apresentam, comumente, coloração marrom-escura a preta, com manchas brancas nas asas. Juntamente com as ninfas, movimentam-se rapidamente na planta à procura de suas presas e, quando as encontram, furam-nas na cabeça ou no abdome, muitas vezes travando uma batalha com as mesmas (Lewis, 1973). As fêmeas realizam

postura endofítica; sendo os ovos colocados em folhas e caules tenros dentro do tecido da planta (Anderson, 1962).

As ninfas recém-eclodidas são brilhantes e pouco coloridas, tornando-se amarelas em poucas horas e intensificando sua coloração de acordo com os instares. Ninfas de 1^a, 2^a e 3^a instares apresentam coloração amarela; já as de 4^a e 5^a instares possuem coloração marrom escuro (Malais & Ravensberg, 1992; Bueno, 2000b).

Segundo Bueno (2000b), o desenvolvimento de ovo a adulto leva cerca de 20 dias em condições de casa de vegetação e maior tempo em condições de campo. A longevidade é em torno de 3 a 4 semanas, variando de acordo com a temperatura e a disponibilidade de alimento.

2.4.1 Predação e oviposição de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)

O antocorídeo *O. insidiosus* é uma espécie cosmopolita nativa da América do Norte, sendo considerada a espécie mais comum no Brasil. É um predador muito freqüente em vegetação nativa, bem como em plantas cultivadas em condições de campo e em sistema de cultivo protegido, onde se alimenta de tripses, pulgões, ácaros, mosca-branca, além de ovos e ninfas de insetos (Isenhour & Yeargan 1981; Bueno, 2000b). Kiman & Yeargan (1985) relataram que *O. insidiosus* é um dos predadores mais freqüentes associado a culturas como algodão, milho, alfaça, soja e crisântemo.

O. insidiosus são percevejos predadores vorazes em todos os estágios de desenvolvimento e possuem um eficiente comportamento de busca, sendo capazes de agregar-se em áreas com grandes densidades da presa e aumentar rapidamente sua densidade populacional. Apresentam fase de ovo, cinco instares ninfais e fase adulta. (Malais & Ravensberg, 1992). As fêmeas colocam, em

média, 300 ovos, sendo 80% desse total nos primeiros 15 dias após a sua emergência (Anderson, 1962).

Isenhour & Yeargan (1981), avaliando a estratégia de busca de *O. insidiosus* e táticas de escape da presa *Sericothrips variabilis* em condições de laboratório sobre plantas de soja, verificaram que a velocidade de busca, e o tempo de alimentação do predador diminuem com o aumento da densidade da presa. O sucesso na captura de *S. variabilis*, foi de 50% e houve maior consumo em maiores densidades populacionais do tripses.

Ferguson & Schmidt (1993), estudaram o efeito de cultivares de pepino, tomate e pimentão sobre a oviposição, consumo de presa e a sobrevivência do 1º instar ninfal de *O. insidiosus*. Esses autores observaram que as cultivares não influenciaram a taxa de oviposição e sobrevivência de ninfas. Entretanto, o consumo foi afetado pelas cultivares, uma vez que os tricomas presentes nas folhas do pepino impediram a locomoção do predador, interferindo na captura das presas.

2.5 Tricomas

O sucesso dos inimigos naturais durante o processo de localização das presas e hospedeiros pode ser afetado pelo tipo, forma e arquitetura foliar, bem como a textura da vegetação (Carter et al., 1984; Coll & Bottrel, 1994). Uma característica morfológica que pode influenciar os inimigos naturais são os tricomas, os quais se constituem num importante mecanismo de defesa da planta (Levin, 1973). Os tricomas são apêndices de origem epidérmica que se encontram presentes em qualquer órgão vegetal de forma permanente ou efêmera. Apresentam uma grande variedade de formas, podendo ser classificados de diversas maneiras. As paredes dos tricomas normalmente são celulósicas, mas podem espessar-se e sofrer lignificação, impregnação de sílica e

carbonato de cálcio. O conteúdo dos tricomas é diversificado, podendo conter cloroplastos, cristólitos e outros cristais (Alquini et al., 2003).

De acordo com Bento (2001), o termo “tricoma” é aplicado para todas as estruturas que se desenvolvem do lado externo da epiderme. Em plantas, este termo é restrito às estruturas unicelulares e multicelulares provenientes da epiderme, incluindo aquelas presentes em folhas, ramos e raízes. Esses tricomas podem ser unicelulares ou multicelulares, glandulares ou não-glandulares, e de vários tipos morfológicos.

2.5.1 Tricomas não-glandulares (tectores) e glandulares

Os tricomas não-glandulares são variáveis quanto à morfologia, anatomia e microestrutura, embora, basicamente, sejam classificados de acordo com sua morfologia. Eles podem ser unicelulares ou multicelulares, com ramificações ou não, para ambos os casos. Tricomas multicelulares não ramificados podem ser unisseriados, bisseriados ou multisseriados. Eles podem ainda diferir no comprimento, tamanho e no formato da célula, podendo ser simétricos ou assimétricos, uniformes entre si ou não. Tricomas multicelulares ramificados podem ter ramificação unicelular ou multicelular, de vários comprimentos, uniformes ou não, em plano vertical ou horizontal, alternado, oposto ou, ainda, com a aparência de um “aglomerado”. Frequentemente, mais de um tricoma não-glandular pode estar presente sobre as folhas, por exemplo e, algumas vezes, em diferentes órgãos. As razões para este arranjo em muitas plantas ainda são pouco conhecidas.

O termo tricoma glandular refere-se a uma grande diversidade de glândulas. Estas glândulas podem variar na composição química das substâncias que secretam, acumulam ou absorvem, no seu modo de produção, estrutura e localização (glândulas similares, mas em diferentes órgãos reprodutivos ou vegetativos da planta). Os tricomas glandulares, assim como os não-glandulares,

podem ser unicelulares e multicelulares, unisseriados e multisseriados, sendo extremamente diversos na sua forma e funções (Werker, 2000).

2.5.2 Principais funções dos tricomas

As funções dos tricomas são muito diversas. Eles podem ser usados como meio de defesa ao ataque de insetos herbívoros e patógenos. Os tricomas glandulares são referidos como tendo ação inseticida, modificadores de comportamento, repelente e deterrentes alimentares (Levin, 1973). Eles podem conferir proteção às plantas, prevenindo a dessecação e a redução da transpiração foliar, luz intensa (radiações e temperaturas extremas), além de auxiliar a absorção de água e sais minerais (Uphof, 1962; Lee et al., 1986).

Além dessas funções os tricomas podem afetar os inimigos naturais reduzindo a eficiência de parasitóides e predadores na localização de seus hospedeiros/presas (Kumar et al., 1983; Obrycki & Tauber, 1984). Os efeitos de tricomas glandulares e não-glandulares na ação de parasitóides e predadores sobre insetos fitófagos encontram-se bem relatados em um grande número de plantas hospedeiras (Obrycki, 1996). Tricomas não-glandulares podem impedir o comportamento de busca de parasitóides e predadores. Tricomas glandulares prendem pequenos parasitóides himenópteros em seus exudatos e reduzem a mobilidade de predadores. Além disso, exudatos de tricomas glandulares podem exercer um efeito tóxico direto sobre os inimigos naturais das pragas.

2.6. Interação tritrófica

As substâncias químicas de natureza volátil produzidas pelas plantas têm sido consideradas de grande importância nas interações envolvendo plantas, pragas e inimigos naturais. Em muitos casos, os inimigos naturais inicialmente respondem aos estímulos da planta para depois responder aos do inseto hospedeiro ou presa (De Moraes et al., 2000). Geralmente, os cairomônios

voláteis são importantes para trazer o parasitóide ao hábitat do hospedeiro em particular; enquanto que os menos voláteis podem ter um papel maior na localização do hospedeiro a curta distância (Vinson, 1976).

Os estímulos olfativos e visuais, além de fornecer informações da direção e distância do hospedeiro, possuem um papel importante na localização e reconhecimento destes. Fêmeas de parasitóides da família Aphidiidae, por exemplo, utilizam uma variedade de fontes olfativas associadas ao hospedeiro ou à planta como informações para detectá-los e avaliá-los. Segundo Mackauer et al. (1996), a cor, a forma e o odor são também percebidos à distância pelos afidiídeos, sem que haja qualquer tipo de contato físico estimulando-os a caminhar na direção do hospedeiro promovendo o encontro.

Em espécies do gênero *Aphidius*, respostas intensas e espontâneas aos estímulos provenientes unicamente das plantas devem ser esperadas durante a localização de uma planta infestada por pulgões. Tem sido verificado que fêmeas respondem espontaneamente, principalmente aos estímulos provenientes do complexo planta-hospedeiro de onde emergiram; e fêmeas com experiência prévia de oviposição têm seu comportamento de busca incrementado, passando a responder também a estímulos provenientes unicamente do hospedeiro (Powell & Zhang, 1983; Farias & Hopper, 1997).

As variações observadas no parasitismo e predação dos parasitóides e predadores, em função da planta em que a praga está se alimentando, podem ser explicadas pelas interações tritróficas. As interações envolvendo plantas, pragas e inimigos naturais derivam de fatores resultantes do efeito direto da planta sobre a biologia e ou o comportamento do inimigo natural, devido a substâncias químicas ou características morfológicas, como os tricomas presentes na planta e do efeito da planta sobre a praga alterando-lhe o comportamento, o desenvolvimento, o tamanho e o vigor, o que indiretamente afeta o inimigo

natural (Price et al., 1980; Obrycki & Tauber, 1984; Obrycki, 1986; Botelho et al., 1995).

As respostas inatas dos parasitóides no processo de localização do hospedeiro são modificadas pela aprendizagem. Os parasitóides podem ser sensibilizados pelo contato com “pistas” do hospedeiro, como também podem aprender a responder a certos voláteis das folhas das plantas por meio do condicionamento da aprendizagem associativa (Eiras & Gerik, 2001). Segundo Dicke et al. (1991), observações comportamentais mostram que a resposta dos inimigos naturais aos voláteis é afetada pela espécie da planta, cultivar, espécie de herbívoro e pela experiência do inimigo natural.

As respostas aos odores envolvidos na localização/reconhecimento do hospedeiro são modificadas por meio da experiência, conduzindo a um comportamento adaptado às características deste. Himenópteros parasitóides podem aprender a associar pistas físicas ou químicas com espécies de hospedeiros adequados durante a oviposição, mostrando claramente a importância da aprendizagem associativa, mecanismo comum no qual o odor é memorizado, após recompensa, em diferentes táxons de Hymenoptera (Eiras & Gerik, 2001).

Os efeitos multitróficos, muitas vezes, envolvem interações complexas que não são bem estudadas e seu impacto sobre os inimigos naturais e o controle biológico são difíceis de prever. As plantas hospedeiras dos artrópodes-praga podem afetar os parasitóides e predadores, direta ou indiretamente, devido a essas interações multitróficas. O efeito direto da planta pode envolver mecanismos como, por exemplo, a presença de tricomas que reduzem a eficiência de busca dos parasitóides e predadores. Essas estruturas podem reduzir a efetividade de parasitóides e predadores, dificultando a movimentação dos mesmos, o que resulta em um aumento no tempo de busca pelo hospedeiro e ou presa (Bottrell et al., 1998).

Van Lenteren (1990) verificou que cultivares de pepino com diferentes densidades de tricomas afetaram o tempo e a eficiência de busca do parasitóide *Encarsia formosa* Gahan sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), obtendo-se um tempo de busca de 1.564 segundos em plantas com alta pubescência e 1.111 segundos em plantas com pubescência intermediária. A eficiência de busca do parasitóide foi de 56% sobre plantas com alta pubescência e 77% com densidade de pêlos intermediária, e as taxas de parasitismo aumentaram significativamente com a diminuição da densidade de tricomas.

Wyatt (1970) demonstrou que, em cultivares resistentes de crisântemo, ocorreu maior parasitismo de *M. persicae* por *Aphidius matricariae* Haliday em relação às cultivares susceptíveis. Observou também que a taxa de crescimento do afídeo superou a taxa de aumento do parasitóide nas cultivares susceptíveis. Gamarra et al. (1997) observaram que o comportamento de busca, sobrevivência e a taxa de parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae* foram afetados diretamente pelos tricomas glandulares presentes na espécie de batateira *Solanum berthaultii*.

A arquitetura da planta e a textura da superfície foliar, incluindo pêlos, influenciam o comportamento de busca de antocorídeos e coccinelídeos predadores, uma vez que a estrutura da planta em que a presa se alimenta é importante na determinação da eficiência desses predadores em localizar e capturar a presa e, conseqüentemente, na sua resposta funcional (Carter et al., 1984; Kareiva & Sahakim, 1990). De acordo com Coll & Bottrell (1994), o sucesso no processo de seleção das presas e hospedeiros pelos inimigos naturais pode ser afetado pelo tipo, forma e arquitetura foliar, bem como pela textura da vegetação.

Coll & Ridgway (1995) ao estudarem o comportamento de predação de *O. insidiosus* sobre *Frankliniella occidentalis* em diferentes culturas incluindo tomate, feijão e pimentão, verificaram que a menor taxa de predação de *O.*

insidiosus sobre *F. occidentalis* em tomate, foi resultado da baixa preferência e eficiência de busca e da alta mortalidade do predador. Os autores relatam, ainda, que a estrutura complexa da superfície da folha de tomate, devido à presença de tricomas, interfere na capacidade de busca do predador e proporciona maior refúgio e proteção para a presa ao ataque do predador, o que pode acarretar um efeito negativo das plantas de tomate sobre a habilidade de busca de *O. insidiosus*.

Gamarra et al. (1998), estudando o efeito de tricomas glandulares de batateiras na predação de *Scymnus (Pullus) argentinicus* sobre *M. persicae*, observaram que a capacidade de predação foi significativamente superior na batata suscetível em relação à resistente, devido, provavelmente, à dificuldade de locomoção do predador e, portanto, de localização da presa, causada pelo acúmulo de exsudatos aderidos a seu corpo. Assim, tricomas glandulares na planta resistente reduziram a capacidade de busca das larvas por suas presas.

Alem do efeito direto sobre os inimigos naturais, os mecanismos de resistência das plantas podem influenciar a atividade dos inimigos naturais por meio da redução da população do fitófago. Assim, a condição fisiológica e morfológica da planta hospedeira determinará a sua resistência inerente, bem como as condições para o crescimento da população de afídeos. Também, plantas hospedeiras resistentes podem influenciar as atividades e a biologia dos inimigos naturais pela redução da população do fitófago a um nível abaixo do ótimo da capacidade de busca do inimigo natural e ou induzir mudanças na fisiologia e comportamento da presa/hospedeiro, o que indiretamente também pode afetar o inimigo natural (Painter, 1951; Bethke et al., 1998).

Plantas com baixa qualidade nutricional podem afetar adversamente o crescimento e o desenvolvimento dos insetos herbívoros. Quando criados nessas plantas, os insetos necessitam de mais alimento para atingir a fase adulta, ocasionando, conseqüentemente, maiores danos à planta. O maior tempo de

desenvolvimento, associado à baixa qualidade da planta hospedeira, aumenta a exposição desses insetos, viabilizando a ação dos inimigos naturais. Entretanto, muitos insetos herbívoros podem alterar a qualidade da planta hospedeira, afetando igualmente as interações intra e interespecíficas. Os diferentes níveis de interações tróficas, assim como o desempenho de predadores e parasitóides, podem também ser afetado pela qualidade da planta hospedeira (Awmack & Leather, 2002).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT, R. Integrated pest management in *Dendranthema indicum*. In: van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated control in glasshouse**. Washington: IOBC/WPRS, 1999. p. 1-4. (IOBC/WPRS BULLETIN, v. 22, n. 1).
- ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. Epiderme. In: APPEZZATO, B G. da.; GUERREIRO, S. M. C. (Ed.) **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 87-107.
- ANDERSON, N. H. Anthocoridae of the Pacific Northwest with notes on distribution, life-histories, and habitats (Heteroptera). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 94, n. 12, p. 1325-1333, Dec. 1962.
- ARRUDA, S. T.; MATSUNAGA, M.; VALERO NETO, J. Sistema de cultivo e custos de produção do crisântemo de vaso: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 31-38, abr. 1996.
- AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 817-844, 2002.
- BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; ZUIN, A. H. L. Introdução, Botânica, Mercado. In: BARBOSA, J. G. **Crisântemos - produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso, cultivo hidropônico**. Viçosa: Editora Aprenda fácil, 2003. Cap. 1, p. 13-18.
- BENTO, J. M. S. Voláteis de tricomas glandulares de *Cordia curassavica* (Jacq.) R. & S. (Boraginaceae) como atraentes de *Cratosomus flavofasciatus* Guérin, 1844 (Col., Curculionidae). 2001. 85 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- BERGMANN, E. C.; IMENES, S. L.; TAKEMATSU, A. P. Pragas. In: IMENES, S. de L.; ALEXANDRE, M. A. V. (Coord.). **Aspectos Fitossanitários do crisântemo**. São Paulo: Instituto Biológico, 1996. 41 p. (Boletim Técnico, 5)

BETHKE, J. A.; REDAK, R. A.; SCHUCH, U. K. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. *Entomology Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 88, n. 1. 4, p. 41-47, Apr. 1998.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. *Aphids on the world's crops: an identification guide*. Chichester: J. Wiley, 1984. 466 p.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E. A.; HADAD, M. L. RESENDE, L. C. L. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) por *Trichogramma galloi* Zucchi, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 24, n. 1, p. 141-145, abr. 1995.

BOTTRELL, D. G.; BARBOSA, P.; GOULD, F. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 43, p. 347-367, 1998.

BRASIL. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento. **Ação permanente para o comércio de flores e plantas ornamentais**. Brasília: Departamento de comércio Exterior, 1993. 13 p.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de parasitoids do gênero *Aphidius* Ness. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000a. p. 137-159.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000b. p. 69-90.

BUENO, V. H. P.; CARNEVALE, A. B.; SAMPAIO, M. V. Host preference of *Lysiphlebus testaceipes* (CRESSON) (Hymenoptera: Aphidiidae) for *Myzus persicae* (SULZER) and *Aphis gossypii* GLOVER (Hemiptera: Aphididae). In: **INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ECOLOGY OF APHIDOPHAGA**, 8., 2003, Ponta Delgada, Portugal. **Proceedings...** Ponta Delgada, Portugal, 2003. p. 17-20

- CARNEVALE, A. B.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 32, n. 2, p. 293-297, abr./jun. 2003.
- CARTER, M. C.; SUTHERLAND, D.; DIXON, A. F. G. Plant structure and the searching efficiency of coccinellid larvae. *Oecologia*, New York, v. 63, n. 3, p. 394-397, 1984.
- COLL, M.; BOTTRELL, D. G. Effects of nonhost plants on an insect herbivore in diverse habitats. *Ecology*, Washington, v. 75, n. 3, p. 723-731, Apr. 1994.
- COLL, M.; RIDGWAY, R. L. Functional and numerical response of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different dynamics. *Annals of the Entomological Society of América*, Lanham, v. 88, n. 6, p. 732-738, Nov. 1995.
- COSTA, A.; STARÝ, P. *Lysiphlebus testaceipes*, an introduced aphid parasitoid in Portugal (Hymenoptera: Aphidiidae). *Entomophaga*, Paris, v. 33, n. 4, p. 403-412, 1988.
- DE MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 189-203, jun. 2000.
- DICKE, M.; TAKABAYASHI, J.; PHOSTUMUS, M. A. Specificity of induced indirect defense of plants against herbivores. In: Insect parasitoids – tritrophic interactions. In: EUROPEAN WORKSHOP, 6., 1991, Italy. Abstractis... Italy, 1991. p. 4.
- DIXON, A. F. G. The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. In: MINKS, A. K.; HARREWING, P. *World Crop Pest – Aphids: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, 1987. v. 2A, Cap. 4. 5, p. 197-207.
- EIRAS, E. A.; GERK, O. A. Cairômonios e aprendizagem em parasitóides. In: VILELA, E.; DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). *Feômonios de insetos: biologia, química e aplicação*. 2. ed. Ribeirão Preto, SP. : Holos, 2001. p. 127-134.

FARIAS, A. M. I.; HOOPER, K. R. Response of female *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to host and plant-host odors. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 4, p. 989-994, Aug. 1997.

FAVERO, S. **Pragas de plantas ornamentais**. Campos dos Goitacazes: UENF, 1996. 16 p. (Boletim Técnico, 3).

FERGUSON, G. M.; SCHMIDT, J. S. Effect of selected cultivars on *Orius insidiosus*. **Integrated control in glasshouses**. Washington: IOBC/WPRS, 1993. p. 39-42.

GAMARRA, D. C.; BUENO, V. H. P.; AUAD, A. M. Efecto de los tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* em el parasitismo de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) sobre *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Vedalia**, Berkeley, v. 4, n. 1, p. 21-23, 1997.

GAMARRA, D. C.; BUENO, V. H. P.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M. Influência de tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* na predação de *Scymnus (Pullus) argentificus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) em *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 59-65, mar. 1998.

GULDEMOND, J. A.; BELDER, E. den. Supervised control in Chrysanthemum: one year's experience. In: van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated control in glasshouse**. Washington: IOBC/WPRS, 1993. p. 51-54. (IOBC/WPRS Bulletin, v. 16, n. 2).

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.

HEINZ, K. M.; THOMPSON, S. P.; KRAUTER, P. C. Development of biological control methods for use in southwestern U. S. greenhouses and nurseries. In: van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated control in glasshouses**. Washington: IOBC/WPRS, 1999. p. 101-109. (IOBC/WPRS Bulletin, v. 22, n. 1).

HOFVANG, T.; HAGVAR, E. B. Functional response to prey density of *Ephedrus cerasicola* (Hym. : Aphidiidae), na aphid parasitoid of *Myzus persicae* (Hom. Aphididae). **Entomophaga**, Paris, v. 28, n. 4, p. 317-323, oct. 1981.

IMENES, S. de L.; ALEXANDRE, M. A. V. (Coord.). **Aspectos fitossanitários do crisântemo**. São Paulo: Instituto Biológico, 1996. 41 p. (Boletim Técnico, 5)

ISENHOUR, D. J.; YEARGAN, K. V. Interactive behavior of *Orius insidiosus* (Hem. : Anthocoridae) and *Sericothrips variabilis* (Thys. : Thripidae): predator searching strategies and prey escape tactics. **Entomophaga**, Paris, v. 26, n. 2, p. 213-220, 1981.

KAREIVA, P.; SAHAKIAN, R. Tritrophic effects of a simple architectural mutation in pea plants. **Nature**, London, v. 345, n. 6274, p. 433-434, May 1990.

KIMAN, Z. B.; YEARGAN, K. V. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. **Annals of the Entomological Society of América**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 464-466, July 1985.

KOCOUREK, F.; HAVELKA, J.; BERÁNKOVÁ, J.; JAROSIK, V. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 71, n. 1, p. 59-64, Apr. 1994.

KUMAR, A.; TRIPAHTI, C. P. M.; SINGH, R.; PANDEY R. K. Bionomics of *Trioxyys (Binodoxys) indicus*, an aphidiid parasitoid of *Aphis craccivora*. Effect of host plants on the activities of the parasitoid. **Zeitscherift fur Angewandte Entomologie**, Hamburg, v. 96, n. 3, p. 304-307, 1983.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LECLANT, F.; DEGUINE, J. P. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: MATTHEW, G. A.; TUNSTALL, J. P. **Insects pest of cotton**. Wallingford UK: CAB International, 1994. p. 285-323.

LEE, D. W.; PALIWAL, K. P.; PATEL, K. A.; SEN, D. N. Optical properties of leaves of some Indian plants. **Current Science**, Columbus, v. 55, n. 18, p. 923-925, Sept. 1986.

Van LENTEREN, J. C. Biological control in a tritrophic system approach: Aphids, their host plants and natural enemies. In: AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. **Proceedings aphid-plant interactions: Populations to molecules**, Oklahoma Ed. Peter, D. C. e Chlouber, C. S., 1990. p. 3-28.

Van LENTEREN, J. C. Biological control. In: Van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997a. v. 2.

Van LENTEREN, J. C. Origins and population dynamics of pest, disease and weeds. In: Van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997b. v. 1, cap. 3, p. 1-16.

LEVIN, D. A. The role of trichomes in plant defense. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 48, n. 1, p. 3-15, 1973

LEWIS, T. **Trips: their biology, ecology and economic importance**. London: Academic Press, 1973. 349 p.

MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomology**, Ottawa, v. 6, n. 6, p. 959-980, Nov./Dec. 1996.

MALAIS, M. P.; RAVENSBERG, W. J. **The biology of glasshouse pest and their natural enemies**. Rodenrijs: Koppert, 1992.

METCALF, R. L.; METCALF, E. R. **Plant kairomones in insect ecology and control**. New York: Chapman and Hall, 1992. 168 p.

MONGUI, H. B.; LUGUE, J. E.; ESCOBAR, J. Biología de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitóide de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) em crisântemos de la Sabana de Bogota. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 12, n. 1, p. 45-53, 1986.

MURPHY, B.; DAMN-KATTARI, D. von.; PARRELLA, M. Interaction between fungal pathogens and natural enemies implication for combined biocontrol of greenhouse pests. In: Van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated control in glasshouses**. Washington: IOBC/WPRS, 1999. p. 181-184. (IOBC/WPRS Bulletin, v. 22, n. 1).

OBRYCKI, J. J. The influence of foliar pubescence on entomophagous species. In: BOETHEL, D. J.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Interactions of Plant resistance and parasitoids and predators of insects**. Chichester: Horwood, 1986. p. 61-83.

OBRYCKI, J. J.; TAUBER, M. J. Natural enemy activity on glandular pubescent potato plants in the greenhouse as an unreliable predictor of effects in the field. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 13, n. 3, p. 679-683, June 1984.

PAINTER, R. H. *Insect resistance in crop plants*. Lawrence: University of Kansas Press, 1951. 520 p.

PEÑA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importancia agrícola. In: URIAS, M. C.; RODRÍGUEZ, M. R.; ALEJANDRE, A. T. *Afidos como vectores de virus en México*. México: Centro de Fitopatología, Montecillo, 1992. v. 2, 163 p.

POWELL, W.; ZHANG, Z. L. The reactions of two cereal aphid parasitoids, *Aphidius uzbekistanicus* and *A. ervi* to host aphids and their food-plants. *Physiological Entomology*, Oxford, v. 8, n. 4, p. 439-443, Dec. 1983.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; MCPHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS, A. E. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, v. 11, p. 41-65, 1980.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P. Parasitism rate of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym. : Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hem. : Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 4, p. 625-629, Oct./Dec. 2001.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; BUENO-FILHO, J. S. S. Desenvolvimento e avaliação do sistema de criação aberta no controle de *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) por *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym. : Aphidiidae) em casa-de-vegetação. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 4, p. 433-436, Oct./Dec. 2001.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SOGLIA, M. C. M. Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 33, n. 3, p. 341-346, July/Sept. 2004.

ROUT, G. R.; DAS, P. Recent trends in the biotechnology of chrysanthemum: a critical review. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 69, n. 3/4, p. 239-257, May 1997.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-87, Jan./Mar. 2001.

SANTINI, A. Pragas sugadoras na olericultura. **Correio Agrícola**, São Paulo, 1997. p. 7-9.

SCHULT, J. van. The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouse. **Experimental and Applied Entomology**, Amsterdam, v. 5, p. 151-155, 1994.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 49-54, jan./mar. 2003.

STARÝ, P. Alternative host and parasitoid in first method in aphid pest management in glasshouse. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg and Berlin, v. 116, n. 2, p. 187-191, Sept. 1993.

STARÝ, P. Aphidiidae. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids: biology, their natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. v. B, p. 171-184.

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, v. 115, p. 292-306, 1993.

STEENIS, M. J. van. **Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops**. 1995. 217 p. Thesis (PhD) -

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, 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**, Amsterdam, v. 76, n. 2, p. 121-131, Aug. 1995.

TINGEY, W. M.; MEHLENBACHER, S. A.; LAUBENGAYER, J. E. Occurrence of glandular trichomes in wild *Solanum* espécies. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 1, p. 81-83, Jan. 1981.

UPHOF, J. C. T. **Plant hairs**. Berlin: Nikolassee: Gebrüder Borntraeger, 1962. 292 p. (Encyclopedia of Plant Anatomy, 4).

VEHRS, S. L. C.; WALKER, G. P.; PARRELLA, M. P. Comparison of populations growth rate and within-plant distribution between *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) reared on potted *Chrysanthemums*. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v. 85, n. 3, p. 799-807, June 1992.

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.

WERKER, E. Trichome diversity and development. In: HALLAHAN, D. L.; GRAY, J. C. (Ed.) **Plant trichomes**. London: Academic Press, 2000. p. 1-35.

WYATT, I. J. The distribution of *Myzus persicae* (Sulz.) on year-round chrysanthemums. Winter season: The effect of parasitism by *Aphidius matricariae* Hal. **Annals of applied Biology**, Cambridge, v. 65, n. 1, p. 31-41, Feb. 1970.

CAPÍTULO 2

1 RESUMO

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em duas cultivares de crisântemo¹.** 2005. p. 29-52. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Os parasitóides *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck, desempenham importante papel na regulação das populações de afídeos em crisântemo em ambientes protegidos. Entretanto, as relações que envolvem esses inimigos naturais e seus afídeos hospedeiros podem ser influenciadas diretamente pela planta na qual o afídeo se alimenta ou, ainda, indiretamente por meio do afídeo hospedeiro. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento e o parasitismo de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *Aphis gossypii* Glover mantido em duas cultivares comerciais de crisântemo Yellow Snowdon (YS) e White Reagan (WR) com diferentes densidades de tricomas. O experimento foi conduzido em câmara climática, à temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, utilizando ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii* atacadas apenas uma vez pelos parasitóides. O desenvolvimento foi de 15,0 e 12,9 dias para *L. testaceipes* e de 17,0 e 16,3 dias para *A. colemani* nas cultivares YS e WR, respectivamente. *A. colemani* quando criado em *A. gossypii* em YS, apresentou maior longevidade (6,2 dias) se comparado a aquela em WR (4,2 dias). Verificou-se que em YS, *A. colemani* apresentou uma longevidade significativamente maior (6,2 dias) comparada a de *L. testaceipes* (3,7 dias). O parasitismo de *L. testaceipes* foi influenciado pelas cultivares de crisântemo sendo, significativamente maior (68,4% e 50%) quando comparado ao de *A. colemani* (46,8% e 35,0%) em ninfas de *A. gossypii* mantidas em YS e WR, respectivamente. Os parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani* mostraram melhores taxas de parasitismo (68,42% e 46,8%) em *A. gossypii* na cultivar YS. As porcentagens de emergência de *L. testaceipes* e *A. colemani* em YS e WR

¹ Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

foram, respectivamente, de 91,6% e 85,3% e 78,1% e 100%. Embora diferentes plantas hospedeiras produzam uma ampla gama de respostas, cultivares de uma mesma espécie podem também afetar diferentemente os parasitóides, via herbívoro hospedeiro *A. gossypii* nas interações tritróficas.

CHAPTER 2

2 ABSTRACT

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Development and parasitism of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) and *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in two chrysanthemum cultivars¹** 2005. p. 29-52. Thesis (Doctor in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The parasitoids *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) and *Aphidius colemani* Viereck play an important role on the regulation of aphid populations on chrysanthemum grown in greenhouses. The relationships that involve these natural enemies and their host aphids, however, may be directly affected by the plant in which the aphid feeds or yet indirectly through the host aphid. The objective of this study was to evaluate the development and parasitism of *L. testaceipes* and *A. colemani* on *Aphis gossypii* Glover, kept on the commercial chrysanthemum cultivars Yellow Snowdon (YS) and White Reagan (WR), with different trichome densities. The experiment was carried out in a climatic chamber at $22\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ RH, and photophase of 12 h, with nymphs of 2nd and 3rd instars of *A. gossypii*, attacked only once by the parasitoids. The development period was 15.0 and 12.9 days for *L. testaceipes*, and 17.0 and 16.3 days for *A. colemani*, on the cultivars YS and WR, respectively. *A. colemani*, when grown with *A. gossypii* in YS, presented greater longevity (6.2 days), when compared to that of WR (4.2 days). It was verified that in YS, *A. colemani* presented a significantly greater longevity (6.2 days), compared to that of *L. testaceipes* (3.7 days). The parasitism of *L. testaceipes* was influenced by the chrysanthemum cultivars, being significantly higher (68.4% and 50.0%), when compared to the parasitism rate of *A. colemani* (46.8% and 35.0%), in nymphs of *A. gossypii*, reared on YS and WR, respectively. The parasitoids *L. testaceipes* and *A. colemani* showed greater parasitism rates (68.42% and 46.8%) on *A. gossypii* in the cultivar YS. The percentages of emergence of *L. testaceipes* and *A. colemani* in YS, and in WR, were 91.6% and 85.3%, and

¹ Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

78.1% and 100%, respectively. Although different host plants produce a broad range of responses, cultivars of the same species may also affect differently the parasitoids via the herbivorous host *A. gossypii* in the tri-trophic interactions.




3 INTRODUÇÃO

O pulgão *A. gossypii* é cosmopolita, polífago e tem como plantas hospedeiras muitas espécies de importância agrícola, dentre elas, ornamentais como o crisântemo. Este pulgão ocasiona sérios problemas aos cultivos dessa ornamental em ambientes protegidos nas regiões temperadas (Leclant & Deguine, 1994). No Brasil, é considerado uma das principais pragas associadas ao crisântemo de corte cultivado nesses ambientes (Bueno, 1999; Bueno et al., 2003).

A regulação das populações de afídeos tem sido efetivamente mantida em inúmeras culturas por meio da utilização de agentes de controle biológico. Dentre esses, destacam-se *L. testaceipes* e *A. colemani*, endoparasitóides solitários que atacam diferentes espécies de pulgões presentes em vários agroecossistemas (Costa & Starý, 1988).

No entanto, as relações parasitóides/predadores e hospedeiros/presas podem ser influenciadas diretamente pela planta hospedeira ou, ainda, indiretamente pelo herbívoro hospedeiro (Lara, 1991). Cultivares de crisântemo têm apresentado diferentes níveis de resistência ao ataque de insetos, incluindo os afídeos (Storer & van Emden, 1995). De acordo com Soglia et al. (2002), a variação nos níveis de resistência observados em cultivares dessa ornamental pode estar relacionada à características morfológicas das suas folhas, como densidade de tricomas foliares tectores, o que resulta na redução da sobrevivência nos estágios iniciais do desenvolvimento do pulgão *A. gossypii*.

Assim, a condição fisiológica e morfológica da planta hospedeira determinará a sua resistência inerente, bem como as condições para o crescimento da população de afídeos. Plantas hospedeiras resistentes podem influenciar as atividades e a biologia dos inimigos naturais pela redução da



população do fitófago a um nível abaixo do ótimo da capacidade de busca do inimigo natural e ou induzir mudanças na fisiologia e comportamento da presa/hospedeiro, o que, indiretamente, também pode afetar o inimigo natural (Painter, 1951; Bethke et al., 1998).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e o parasitismo de *L. testaceipes* e *A. colemani* no pulgão hospedeiro *A. gossypii* criado em duas cultivares comerciais de crisântemo de corte cultivadas em ambiente protegido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, em câmara climática regulada a $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani* foram obtidos de criação de manutenção desse laboratório.

O material vegetal foi obtido de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivares Yellow Snowdon e White Reagan, com diferentes densidades de tricomas ($11,3 \pm 8,74$ e $16,6 \pm 10,63$ tricomas/ mm^2 da folha, respectivamente) (Soglia et al., 2002), presentes em canteiros em casa de vegetação da Fazenda Terra Viva (Grupo Schoenmaker) em Santo Antonio de Posse, SP. Folhas foram coletadas da região mediana das plantas, as quais se encontravam em estágio vegetativo de desenvolvimento e isentas do uso de produtos fitossanitários.

Os exemplares do pulgão *A. gossypii* utilizados neste estudo foram coletados de colônias presentes nas cultivares de crisântemo na mesma fazenda.

4.1 Criação do pulgão *A. gossypii*

Mudas das cultivares Yellow Snowdon e White Reagan foram plantadas em vasos plásticos com capacidade para 1 litro (uma planta por vaso), contendo substrato esterilizado, infestadas com *A. gossypii* e mantidas em casa de vegetação do Departamento de Entomologia da UFLA, para multiplicação dos pulgões e estabelecimento da criação de manutenção. Para a proteção das plantas, foram utilizadas gaiolas (50 cm x 50 cm x 100 cm) com armação de arame e revestidas com tela de náilon.

Para a obtenção de ninfas de *A. gossypii* foram utilizadas placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo solução de ágar/água a 1% e uma folha de crisântemo. Nessas placas foram colocadas, com o auxílio de um pincel fino, 30 fêmeas adultas ápteras, provenientes da criação de manutenção e mantidas em câmaras climáticas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Após 24 horas foram retirados os adultos, permanecendo apenas as ninfas, as quais foram utilizadas nos experimentos.

4.2 Criação dos parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani*

O parasitóide *L. testaceipes* foi obtido de pulgões *A. gossypii* mumificados coletados em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) mantidas em casa de vegetação do Departamento de Entomologia/UFLA. O parasitóide *A. colemani* foi obtido de *Aphis spiraecola* Patch coletados em plantas de *Citrus sinensis* (L.) no campus da Universidade Federal de Lavras. Os parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani* foram mantidos em gaiolas acrílicas (30 cm x 30 cm x 60 cm), contendo planta de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) infestada com colônias do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani), em sala climatizada a 20°C - 25°C e fotofase de 12 horas.

Após a formação das múmias, elas foram retiradas das folhas e mantidas individualizadas em tubos de vidro contendo água e mel como fonte de alimento, em sala climatizada até a emergência dos adultos, os quais foram sexados e utilizados nos experimentos.

4.3 Parasitismo e desenvolvimento de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* mantido em duas cultivares de crisântemo de corte

Como arena de forrageamento para os parasitóides foram utilizadas placas de petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar (3 cm de diâmetro) das cultivares de crisântemo estudadas sobre fina camada (5mm) de ágar/água a 1% e 4 ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii*. Uma fêmea do parasitóide,

previamente acasalada, com 24 horas de vida e sem experiência prévia de oviposição foi liberada na arena. A placa foi vedada com filme de PVC laminado e, sob microscópio estereoscópico, observou-se o parasitismo. Após a primeira oviposição, feita por meio de toque longo com o ovipositor, a fêmea do parasitóide foi retirada e mantida em cápsula de gelatina. A ninfa parasitada foi retirada da arena e individualizada em uma nova placa, contendo um disco foliar de cada cultivar de crisântemo. Esse procedimento foi realizado para cada ninfa presente na arena de forrageamento. Em seguida as placas foram vedadas com filme de PVC laminado, mantidas em câmaras climáticas a $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas e observadas diariamente até a formação de múmias.

Dois dias após a formação das múmias, elas foram transferidas e individualizadas em tubos de vidro (100mm x 8mm) vedados, contendo gotículas de mel e água como fonte de alimento e mantidas até a emergência dos parasitóides. Os adultos recém-emergidos foram sexados e mantidos nos mesmos tubos para avaliação de sua longevidade, sendo oferecido a cada dois dias, mel e, diariamente água, ambos depositados na forma de gotículas nas paredes do tubo, mantendo-os em câmara climática a $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram avaliados os períodos de desenvolvimento, da oviposição à formação da múmia e da oviposição à emergência dos adultos, as porcentagens de parasitismo e de emergência, a razão sexual e a longevidade dos parasitóides em *A. gossypii* em cada cultivar.

4.4 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 (2 cultivares x 2 parasitóides) com 20 repetições por

tratamento. Cada repetição foi constituída por 4 ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii* supostamente parasitadas por uma fêmea do parasitóide.

A análise dos dados foi realizada através do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000) e os dados foram submetidos à análise de variância considerando o modelo estatístico do delineamento inteiramente casualizado. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados referentes ao parasitismo (%) e emergência (%) foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$, antes de se proceder à análise. Para os demais parâmetros avaliados, não houve necessidade de transformação de dados, terem sido atendidas as pressuposições da análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo

O desenvolvimento de *L. testaceipes* no hospedeiro *A. gossypii* diferiu significativamente nas duas cultivares, obtendo-se uma duração média de 9,6 e 7,8 dias para o período compreendido entre a oviposição e a formação da múmia (Tabela 1), e de 15,0 e 12,9 dias da oviposição ao adulto, em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1. Desenvolvimento oviposição-múmia (dias) (média \pm erro padrão) de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii*, em duas cultivares de crisântemo. 22 \pm 1°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 12h.

Cultivares	Desenvolvimento (dias) (n)	
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphidius colemani</i>
Yellow Snowdon	9,6 \pm 1,14 Aa (19)	10,5 \pm 2,71 Aa (16)
White Reagan	7,8 \pm 0,78 Bb (18)	10,6 \pm 1,35 Aa (15)

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto ao desenvolvimento de *A. colemani*, observou-se não ter havido influência significativa das duas cultivares, tanto para o período da oviposição à formação da múmia (10,5 e 10,6 dias) (Tabela 1), como da oviposição a adulto (17,0 e 16,3 dias) (Tabela 2), em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente.

Entretanto, observou-se que o desenvolvimento do ciclo total diferiu entre as espécies de parasitóides nas cultivares estudadas, obtendo-se, para *L. testaceipes*, um tempo de desenvolvimento significativamente menor em ‘White Reagan’ e ‘Yellow Snowdon’ quando comparada à espécie *A. colemani* nas mesmas condições (Tabela 2). Isso mostra haver influência da planta hospedeira via afídeo hospedeiro no tempo de desenvolvimento dos parasitóides.

Tabela 2. Desenvolvimento da oviposição-adulto (dias) (média \pm erro padrão) de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo. $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Cultivares	Desenvolvimento (dias)	
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphidius colemani</i>
Yellow Snowdon	15,0 \pm 0,12 Bb (19)	17,0 \pm 3,14 Aa (14)
White Reagan	12,9 \pm 1,48 Ba (17)	16,3 \pm 2,34 Aa (15)

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Um ciclo total de 8,8 dias para *L. testaceipes* em *A. gossypii* mantido em plantas de algodão, foi observado por Carnevale et al. (2003). Já Steenis (1994) observou, nas mesmas condições, mas em plantas de pepino, um período de desenvolvimento de 9,5 dias. Em crisântemo cv. Yellow Snowdon, Rodrigues et al. (2004) obtiveram, para *L. testaceipes* em *A. gossypii*, período de desenvolvimento de 14,8 dias, sendo este valor bem próximo ao obtido nesse estudo (15,0 dias) nas mesmas condições.

Sampaio (2004), avaliando a qualidade do hospedeiro *A. gossypii* mantido em plantas de pepino no desenvolvimento de *A. colemani* a 22°C , obteve um período de desenvolvimento de 12,6 dias, valor inferior comparado

ao obtido para essa espécie de parasitóide nas cultivares de crisântemo estudadas. Porém, períodos de desenvolvimento superiores (20 dias) foram verificados por Monguí et al. (1986), para essa espécie de parasitóide em planta de crisântemo, sugerindo que as condições fisiológica e morfológica da planta hospedeira podem induzir mudanças nas diversas características biológicas dos parasitóides via herbívoro hospedeiro. Observações estas também mencionadas por Steenis (1993), o qual relaciona a variação na qualidade do afídeo hospedeiro, como sendo a provável causa da diferença no tempo de desenvolvimento dos parasitóides.

Para a longevidade de *L. testaceipes* em *A. gossypii* mantido nas duas cultivares, não foi observada diferença significativa (Tabela 3), com duração média de 3,7 e 4,2 dias em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente. *A. colemani* quando criado em *A. gossypii* em 'Yellow Snowdon' apresentou maior longevidade (6,2 dias) se comparado a aquela em 'White Reagan' (4,2 dias) (Tabela 3). Verificou-se que em 'Yellow Snowdon', *A. colemani* apresentou uma longevidade significativamente maior (6,2 dias) comparada a de *L. testaceipes* (3,7 dias) (Tabela 3).

Quando a planta hospedeira foi o algodão, Carnevale et al. (2003), obtiveram, para *L. testaceipes* sob o mesmo afídeo, uma longevidade de 5,5 dias, valor esse superior aos resultados obtidos nesse estudo (3,7 e 4,2 dias). Já quando a planta hospedeira foi crisântemo, Monguí et al. (1986), observaram, para *A. colemani* uma longevidade de 9,05 dias. A longevidade do parasitóide pode ser afetada pela espécie de planta hospedeira em que o afídeo se alimenta, e diferenças no valor nutricional do hospedeiro causam efeitos no tamanho, na fecundidade e longevidade do parasitóide adulto (Vinson & Iwantsch, 1980). Assim, apesar de tratar-se de uma mesma espécie de planta hospedeira, foi possível verificar que ambas as cultivares de crisântemo afetaram

diferencialmente os parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani*, via o pulgão hospedeiro *A. gossypii*.

Tabela 3. Longevidade (dias) (média \pm erro padrão) de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo. $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Cultivares	Longevidade (dias) (n)	
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphidius colemani</i>
Yellow Snowdon	3,7 \pm 0,84 Ba (19)	6,2 \pm 2,52 Aa (14)
White Reagan	4,2 \pm 1,85 Aa (16)	4,2 \pm 1,32 Ab (15)

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Foi verificada uma interação positiva entre o hospedeiro *A. gossypii* mantido na cultivar que apresentou maior densidade de tricomas (White Reagan) e o período de desenvolvimento dos parasitóides *L. testaceipes* e *A. colemani*. De acordo com Sequeira & Mackauer (1992), o tempo de desenvolvimento do parasitóide permite a mensuração direta da qualidade do hospedeiro; e o menor período pode ser considerado a melhor trajetória de crescimento para a espécie.

Quando desenvolvido em *A. gossypii* mantido na cultivar White Reagan, verificou-se que o tempo de desenvolvimento de *L. testaceipes* foi menor, comparado àquele em 'Yellow Snowdon' cuja folha apresenta menor densidade de tricomas ($11,3 \pm 8,74$ tricomas/mm²). Esses resultados sugerem que a ação mecânica exercida pelos tricomas presentes nas folhas de crisântemo não influenciou diretamente o tempo de desenvolvimento do parasitóide, mas, possivelmente, houve um efeito indireta da planta no desenvolvimento do

parasitóide via o pulgão hospedeiro, uma vez que segundo Bottrel et al. (1998), a planta como fonte de alimento pode afetar tanto o tamanho, o período de desenvolvimento e a sobrevivência dos herbívoros como também dos inimigos naturais que se alimentam de tais herbívoros, dentro da cadeia alimentar.

Assim, o sucesso no desenvolvimento das formas imaturas dos parasitóides vai depender da adequação nutricional e da qualidade do hospedeiro.

5.2 Parasitismo e emergência de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii*

O parasitismo de *L. testaceipes* em ninfas de *A. gossypii* foi significativamente maior (68,4%) na cultivar Yellow Snowdon, cuja folha apresentou menor densidade de tricomas (11,3 tricomas/mm² da folha), quando comparado ao parasitismo observado (50%) em ninfas mantidas em 'White Reagan' (16,6 ± 10,63 tricomas/mm² da folha) (Figura 1).

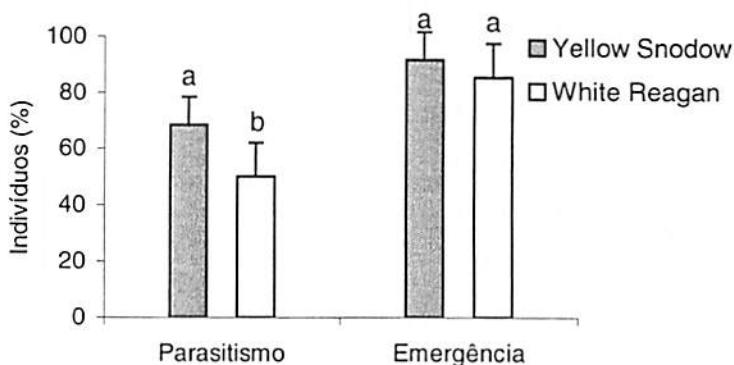


Figura 1. Parasitismo e emergência (%) de *Lysiphlebus testaceipes* em *Aphis gossypii* em cultivares de crisântemo Yellow Snowdon e White Reagan.

Já a porcentagem de parasitismo de *A. colemani* em ninfas de *A. gossypii* nas duas cultivares estudadas não apresentou diferença significativa, sendo de 46,8% e 35% em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente (Figura 2).

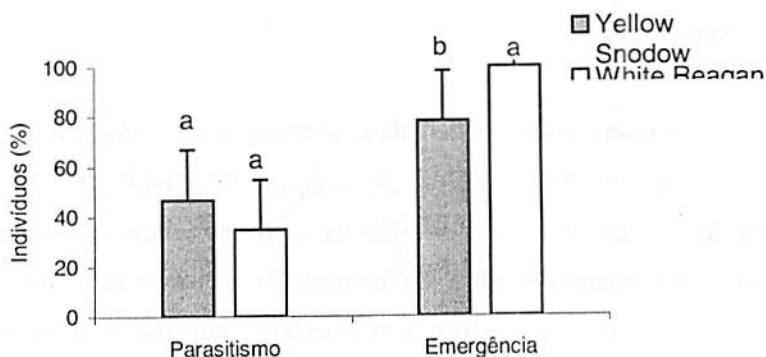


Figura 2. Parasitismo e emergência (%) de *Aphidius colemani* em *Aphis gossypii* em cultivares de crisântemo Yellow Snowdon e White Reagan.

Tanto na cultivar Yellow Snowdon quanto em 'White Reagan', observaram-se diferenças significativas nas taxas de parasitismo apresentadas pelos parasitóides, obtendo-se para *L. testaceipes* maiores taxas de parasitismo em ninfas de *A. gossypii* nas duas cultivares, comparadas as de *A. colemani* (Tabela 4).

Tabela 4. Parasitismo (%) de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo. 22 ± 1°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h.

Cultivares	Parasitismo (%)	
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphidius colemani</i>
Yellow Snowdon	68,4 ± 20,14 Aa (19)	46,8 ± 23,93 Ba (16)
White Reagan	50,0 ± 17,67 Ab (17)	35,0 ± 15,81 Ba (15)

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes de taxas de parasitismo de *L. testaceipes* em *A. gossypii* na cv. Yellow Snowdon, nas mesmas condições deste estudo, foram observados por Rodrigues et al. (2004), os quais verificaram uma taxa de parasitismo de 68%. Já Sampaio et al. (2001), testando a preferência de *A. colemani* pelos afídeos *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *A. gossypii* em plantas de pimentão, observaram uma porcentagem de parasitismo de 75% em *A. gossypii*.

A diferença detectada na porcentagem de parasitismo, principalmente a de *L. testaceipes* em *A. gossypii* nas duas cultivares de crisântemo, pode estar relacionada com a presença dos tricomas. Foi observado que, quando em contato com a superfície foliar, a fêmea do parasitóide iniciava o comportamento de busca do hospedeiro tocando a superfície da folha com as antenas, em um processo de antenação sistemática. Ao encontrar os tricomas, a mesma realizava sucessivas provas com o ovipositor nessas estruturas. Segundo Sheehan et al. (1993), a habilidade dos parasitóides na atividade de forrageamento está relacionada à sua experiência. Assim, experiências de oviposições contínuas e sem sucesso nos tricomas, realizadas pelas fêmeas de *L. testaceipes*, fizeram com que as mesmas abandonassem a arena de forrageamento, caminhando em

direção as paredes do recipiente, e demonstrando não ter interesse em continuar sua busca pelo hospedeiro. Embora esse mesmo comportamento, de tentativa de oviposição no tricoma, tenha sido também observado com a fêmea de *A. colemani*, isto parece não ter influenciado nas taxas de parasitismo desse parasitóide em *A. gossypii* nas duas cultivares avaliadas.

Apesar de não se tratar de um tricoma glandular, o qual secreta substâncias aderentes que reduzem ou mesmo impedem o movimento dos inimigos naturais, o tricoma não-glandular presente nas folhas das duas cultivares avaliadas, interferiu diretamente e mais intensamente no comportamento de busca da fêmea do parasitóide *A. colemani* do que em *L. testaceipes*, uma vez que ocorreu menor porcentagem de parasitismo em *A. gossypii* por *A. colemani* (Tabela 4). Kumar et al. (1983) relataram que o comportamento de busca do parasitóide *Trioxys (Binodoxys) indicus* pelo afídeo *Aphis craccivora* foi influenciado pelos tricomas foliares presentes na planta hospedeira. Assim, em uma folha cuja densidade de tricomas é maior, a fêmea levará mais tempo para localizar o seu hospedeiro e iniciar o parasitismo. Na cultivar White Reagan, ambos os parasitóides apresentaram menores taxas de parasitismo.

Ao avaliar o efeito de cultivares de crisântemo na biologia de *A. gossypii*, Soglia et al. (2003) verificaram que 'Yellow Snowdon' foi a que exerceu maior influência nos parâmetros biológicos dessa praga, observando-se alta fecundidade nessa cultivar, e sugerindo maior suscetibilidade de *A. gossypii* em relação a outras cultivares estudadas. No entanto, foi possível observar, nesse estudo, que, em 'Yellow Snowdon', *L. testaceipes* apresentou maiores taxas de parasitismo em *A. gossypii*, comparado a cultivar White Reagan e em relação à espécie *A. colemani*, isso pode favorecer o uso de *L. testaceipes* e sua efetividade como agente de controle biológico, visando a redução populacional de *A. gossypii* em cultivares suscetíveis de crisântemo em ambientes protegidos.

A porcentagem de emergência de *L. testaceipes* foi de 91,6% em ninfas de *A. gossypii* mantidas em 'Yellow Snowdon' e de 85,3% em 'White Reagan' não sendo observada diferença significativa para esse parâmetro entre as duas cultivares (Figura 1). Quanto à porcentagem de emergência de *A. colemani*, essa diferiu significativamente entre as cultivares estudadas verificando-se uma emergência de 100% em 'White Reagan' e de 78,1% em 'Yellow Snowdon' (Figura 2). Nessa cultivar foi observada diferença significativa nas porcentagens de emergência entre os parasitóides, verificando-se maior porcentagem de emergência de *L. testaceipes* nessa cultivar quando comparada à de *A. colemani* (Tabela 5).

A porcentagem de emergência obtida nesse estudo para *L. testaceipes* foi inferior à referida por Rodrigues & Bueno (2001), os quais obtiveram 95% para este parasitóide no hospedeiro *A. gossypii* criado em plantas de pimentão, e de 92,6% nesse pulgão em plantas de algodão (Carnevale et al., 2003). Isso sugere que as variações ocorrentes nas taxas de emergência dos parasitóides, dentre outros fatores, também podem estar relacionadas à qualidade nutricional da planta hospedeira utilizada pelo pulgão, o que influencia na qualidade do pulgão hospedeiro.

A razão sexual de *L. testaceipes* e *A. colemani* expressa pela porcentagem de fêmeas variou entre as duas cultivares, atingindo 49% e 39% para *L. testaceipes* e 54% e 26% para *A. colemani* em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente. Estes resultados implicam afirmar que, neste estudo, houve maior tendência de crescimento populacional dos parasitóides em *A. gossypii* criado em 'Yellow Snowdon',

Tabela 5. Emergência (%) de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo. $22 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de 70 ± 1 0% e fotofase de 12h.

Cultivares	Emergência (%) (n)	
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphidius colemani</i>
Yellow Snowdon	91,6 \pm 18,21 Aa (19)	78,1 \pm 40,69 Bb (16)
White Reagan	85,3 \pm 24,21 Aa (17)	100,0 \pm 0,00 Aa (15)

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% probabilidade.

Na avaliação do desenvolvimento de *L. testaceipes* e *A. colemani* em *A. gossypii* mantido nas duas cultivares de crisântemo, observou-se uma interação positiva entre o afídeo hospedeiro criado na cultivar que apresentou maior densidade de tricomas ('White Reagan') e o tempo de desenvolvimento dos parasitóides. Entretanto maior taxa de parasitismo foi obtida pela espécie *L. testaceipes* (68,42%) em *A. gossypii* mantido na cultivar Yellow Snowdon, cuja superfície foliar apresentou menor densidade de tricomas. Embora diferentes plantas hospedeiras produzam uma ampla gama de respostas, cultivares de uma mesma espécie podem também afetar diferencialmente os parasitóides, seja diretamente ou indiretamente dentro da interação tritrófica planta-pulgão-inimigo natural.

6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do parasitóide *L. testaceipes* é influenciado pelas cultivares de crisântemo nas quais *A. gossypii* é mantido. Um menor tempo de desenvolvimento foi observado para essa espécie na cultivar cuja superfície foliar apresenta maior densidade de tricomas.

A longevidade e a emergência do parasitóide *A. colemani* são influenciadas pela qualidade do hospedeiro mantido nas duas cultivares de crisântemo.

A densidade de tricomas/mm² da folha de crisântemo afeta o parasitismo de *L. testaceipes* em ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii*. Fêmeas presentes na cultivar Yellow Snowdon apresentam taxa de parasitismo em *A. gossypii* superior a aquela obtida em White Reagan.

O parasitismo de *L. testaceipes* é significativamente maior comparado ao de *A. colemani* em ninfas de *A. gossypii*, nas duas cultivares de crisântemo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BETHKE, J. A.; REDAK, R. A.; SCHUCH, U. K. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. **Entomology Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 88, n. 1. 4, p. 41-47, Apr. 1998.
- BOTTRELL, D. G.; BARBOSA, P.; GOULD, F. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 347-367, 1998.
- BUENO, V. H. P. Protected cultivation and research on biological control of pests in greenhouse in Brazil. **Bulletin IOBC/WPRS**, Washington, v. 22, n. 1, p. 21-24, 1999.
- BUENO, V. H. P.; Van LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C. P.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse chrysanthemums in Brazil. **Bulletin IOBC/WPRS**, Washington, v. 26, p. 1-5, 2003.
- CARNEVALE, A. B.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 293-297, abr./jun. 2003.
- COSTA, A.; STARÝ, P. *Lysiphlebus testaceipes*, an introduced aphid parasitoid in Portugal (Hymenoptera: Aphidiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 33, n. 4, p. 403-412, 1988.
- KUMAR, A.; TRIPAHTI, C. P. M.; SINGH, R.; PANDEY R. K. Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus*, an aphidiid parasitoid of *Aphis craccivora*. Effect of host plants on the activities of the parasitoid. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v. 96, p. 304-307, 1983.
- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LECLANT, F.; DEGUINE, J. P. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: MATTHEW, G. A.; TUNSTALL, J. P. **Insects pest of cotton**. Wallingford UK: CAB International, 1994. p. 285-323.

MONGUÍ, B.; LUQUE, J. E.; ESCOBAR, J. Biología de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphididae) parasitóide de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) en crisantemos de la Sabana de Bogotá. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 12, n. 1, p. 46-53, 1986.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. Lawrence: University of Kansas Press, 1951. 520 p.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P. Parasitism rate of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym. : Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 625-629, 2001.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SOGLIA, M. C. M. Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 341-346, July/Sept. 2004.

SAMPAIO, M. V. **Bioecologia de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae)**. 2004. 154 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; Van LENTEREN, J. C. Preferencia de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphididae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 655-660, Oct./Dec. 2001.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: user's Guide. v. 8. 0, vol. I. Cary, NC, 2000.

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

SHEEHAN, W.; WACKERS, F. L.; LEWIS, W. J. Discrimination of previously searched host sites by *Microplitis croceipes*. **Journal Insect Behavior**, New York, v. 6, n. 3, p. 323-331, May 1993.

SOGLIA, M. da C. de M.; BUENO V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 211-216, abr./jun. 2002.

SOGLIA, M. da C. de M.; BUENO V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). *Revista Brasileira de Entomologia*, Londrina, v. 47, n. 1, p. 49-54, abr./jun. 2003.

STEENIS, M. J. van. Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. Cresson (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), at different temperatures. *Journal of applied Entomology*, Hamburg, v. 116, n. 2, p. 192-198, 1993.

STEENIS, M. J. van. Intrinsic rate of increase of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), at different temperatures. *Journal of applied Entomology*, Berlin, v. 118, p. 399-406, 1994.

STORER, J. R.; EMDEN, H. F. van. Antibiosis and antixenosis of chrysanthrum cultivars to the aphid *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 77, p. 307-314, 1995.

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

CAPÍTULO 3

1 RESUMO

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. Influência de tricomas em folhas de crisântemo na eficiência de busca de *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) por *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)¹. 2005. p. 53-81. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O parasitóide *Aphidius colemani* Viereck é um dos principais agentes de controle de *A. gossypii*, desempenhando importante papel na regulação das populações desse afídeo em crisântemo cultivado em ambientes protegidos. A presença de tricomas pode alterar o sucesso desses parasitóides durante o processo de busca por hospedeiros. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da densidade de tricomas foliares de crisântemo no comportamento de busca e parasitismo de *A. colemani* em *A. gossypii*. O experimento foi conduzido em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, e em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h. Placas de petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar (4 cm de diâmetro) das cultivares Yellow Snowdon (YS) e White Reagan (WR) foram utilizadas como arena para avaliar o comportamento de busca de *A. colemani* nas densidades de 0, 4, 8 e 16 ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii*, e a atividade de caminhamento na ausência do hospedeiro. A velocidade de caminhamento foi observada em folhas de YS e WR mantidas em placa de petri (15 cm de diâmetro) sob microscópio estereoscópico. O parasitismo em ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii*, nas duas cultivares, foi avaliado pelo número de hospedeiros com larvas. O número de toques com a antena (encontros) do parasitóide com o hospedeiro e de toques longos com o ovipositor aumentou linearmente com o incremento da densidade do hospedeiro, independente da cultivar de crisântemo. O número de toques curtos com o ovipositor (provas) de *A. colemani* e o tempo de permanência na folha foram maiores em WR e na densidade de oito hospedeiros. A atividade de caminhamento de *A. colemani* foi influenciada pelos tricomas nas duas

¹ Orientadora: Vanda helena Paes Bueno - UFLA

cultivares, sendo maior em WR (64%) quando comparado a YS (47%). Não foram observadas diferenças significativas na velocidade de caminhamento e na taxa de parasitismo de *A. colemani* nessas duas cultivares de crisântemo. Melhor desempenho de *A. colemani* foi observado na cultivar cuja superfície foliar apresenta maior densidade de tricomas (WR), podendo-se inferir que a utilização associada desse parasitóide como agente de controle biológico e cultivares resistentes de crisântemo na regulação da população de *A. gossypii* pode se constituir em uma tática de manejo viável nessa cultura em casas de vegetação.

CHAPTER 3

2 ABSTRACT

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **The influence of trichomes on chrysanthemum leaves on the searching efficiency of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) for the host *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)**¹. 2005. p. 53-81. Thesis (Doctor in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The parasitoid *Aphidius colemani* Viereck is one of the major biocontrol agents of *Aphis gossypii*, and plays an important role in the regulation of these aphid populations in chrysanthemum plants under protected cultivations. The presence of trichomes may affect the success of *A. colemani* during its search for the hosts. The objective of this study was to evaluate the influence of chrysanthemum foliar trichome densities on the searching behavior and parasitism of *A. colemani* on *A. gossypii*. The experiment was carried out in an acclimatized room, at $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, $80\pm 10\%$ RH, with a photophase of 12 h, and in a climatic chamber at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, RH $70\pm 10\%$, with a photophase of 12h. Petri dishes (5 cm of diameter) containing a leaf disc (4 cm of diameter) of the cvs. Yellow Snowdon (YS) and White Reagan (WR) were used as the arena to evaluate the searching behavior of *A. colemani* at the densities of 0, 4, 8, and 16 nymphs of 2nd and 3rd instar of *A. gossypii*, as well as the walking activity of this parasitoid in the absence of the host. The walking velocity of *A. colemani* was evaluated under a stereomicroscope, in Petri dishes (15 cm of diameter) containing leaves of the cvs. YS, and WR. The parasitism of the 2nd and 3rd instar nymphs of *A. gossypii*, reared on the two cultivars, was evaluated by the number of hosts containing larvae. The number of touches with the antennae (encounters) and the number of long touches with the ovipositor of the parasitoid with the host increased linearly with the increase in the density of the host, independently of the chrysanthemum cultivars. The number of short touches with the ovipositor (probes) of *A. colemani* and the time of permanence of this parasitoid on the leaves were higher on the cultivar WR, than on YS, at

¹ Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

the density of eight hosts. The walking activity was higher on WR (64%), as compared to YS (47%). No significant differences were observed in the walking velocity and on the parasitism rate of *A. colemani* in those two cultivars. The best performance of *A. colemani* was observed in the cultivar that presented the leaf surface with the highest trichome density (WR), which leads to the conclusion that, the utilization of this parasitoid as a biological control agent with chrysanthemum resistant cultivars for the regulation of the *A. gossypii* population, may constitute a feasible tactic of management of this crop under protected cultivation.

3 INTRODUÇÃO

O crisântemo é uma das mais importantes flores ornamentais cultivadas e comercializadas em todo o mundo e, com o aumento intensivo de áreas de produção, têm surgido problemas fitossanitários capazes de provocar danos econômicos à cultura. De acordo com Bueno et al. (2003a), o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877, é considerado uma das principais pragas associadas ao crisântemo de corte cultivado em ambientes protegidos, ocasionando sérios prejuízos em função da redução da produtividade e valor comercial dessa cultura.

Dentre os agentes de controle de *A. gossypii*, destaca-se o endoparasitóide *Aphidius colemani* Viereck. Segundo Van Lenteren, (1997) o controle biológico de *A. gossypii* tem sido efetivamente conseguido com o uso de *A. colemani*, em escala comercial, em cultivos protegidos na Europa. Também Heinz (1998) relata que esse parasitóide apresenta alta habilidade no encontro dos afídeos *A. gossypii* e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) em crisântemo cultivado nesses ambientes, localizando-os em 97% de todas as plantas infestadas.

Entretanto, os tricomas presentes na epiderme das plantas de crisântemo podem, entre outros efeitos, alterar o comportamento de busca dos inimigos naturais, ocasionando variações na sua atividade e velocidade de caminhamento, e aumentar ou diminuir o tempo na localização e encontro da presa/hospedeiro. Uma vez localizado o hospedeiro na planta, de acordo com Mackauer et al. (1996) e Bueno (2000), o parasitóide irá avaliar a sua qualidade e adequabilidade, parâmetros que irão definir se esse hospedeiro tem características fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento de suas formas imaturas. Esse processo de avaliação se dá por meio de toques com

as antenas (encontros) e provas com o ovipositor (toques curtos com o ovipositor), sendo o hospedeiro aceito ou rejeitado. Quando aceito, o parasitóide oviposita no hospedeiro e a oviposição é reconhecida pelo toque longo com o ovipositor. Outro aspecto relevante diz respeito à densidade hospedeira e, em função de suas densidades, os hospedeiros podem ser explorados em diferentes proporções pelos parasitóides, sendo esses parâmetros influenciados diretamente pela qualidade e características inerentes à planta na qual o hospedeiro é mantido.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas foliares no comportamento de busca e parasitismo de *Aphidius colemani* em diferentes densidades hospedeiras de *A. gossypii*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa, Cruz das Almas, BA. O material vegetal (mudas e folhas) foi obtido de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivares Yellow Snowdon e White Reagan, com diferentes densidades de tricomas ($11,3 \pm 8,74$ e $16,6 \pm 10,63$ tricomas/mm² da folha, respectivamente) (Soglia et al., 2002) provenientes da Fazenda Terra Viva (Grupo Schoenmaker), Santo Antonio de Posse, SP. As folhas foram coletadas da região mediana das plantas, as quais se encontravam em estágio vegetativo de desenvolvimento e isentas de produtos fitossanitários.

Exemplares do parasitóide *A. colemani* e do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) foram obtidos de criações existentes no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, e espécimens do pulgão *A. gossypii* coletados em colônias presentes nas cultivares estudadas.

4.1 Criação do pulgão *A. gossypii*

Mudas das cultivares Yellow Snowdon e White Reagan foram plantadas em vasos plásticos com capacidade para 1 litro (uma planta por vaso), contendo substrato esterilizado, infestadas com *A. gossypii* e mantidas em casa de vegetação para multiplicação e estabelecimento da criação de manutenção desse pulgão. Cerca de 30 fêmeas adultas ápteras, provenientes dessa criação, foram colocadas em placas de petri (15 cm de diâmetro) contendo solução de ágar/água a 1% e uma folha de crisântemo e mantidas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR

de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Após 24 horas foram retirados os adultos, permanecendo apenas as ninfas, as quais foram utilizadas nos experimentos.

4.2 Criação do pulgão *S. graminum*

Espécimens do pulgão *S. graminum* foram criados em secções foliares de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) cultivar BR 303, acondicionadas em copos plásticos (60 ml) contendo cerca de 30 ml de água. Em cada recipiente utilizou-se um disco de isopor (4,5 cm de diâmetro) com o objetivo de sustentar a folha de sorgo no copo. Foram realizadas reposições contínuas de novas secções foliares aos primeiros sinais de senescência, para que os pulgões migrassem de uma secção para outra. Os recipientes foram mantidos em bandejas plásticas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

4.3 Criação do parasitóide *A. colemani*

Exemplares de *A. colemani* foram multiplicados em colônias de *S. graminum* em secções foliares de sorgo mantidas em gaiolas de madeira (44 cm x 43 cm x 53 cm), em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ \text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Após a formação das múmias, essas foram retiradas das secções foliares, individualizadas em tubos de vidro (100 mm x 8 mm) contendo água e mel como fonte de alimento e esses mantidos em câmara climática a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, até a emergência dos adultos. Após a emergência, foi realizada a sexagem dos indivíduos, e os parasitóides utilizados nos experimentos.

4.4 Comportamento de busca de *A. colemani* em duas cultivares de crisântemo

4.4.1 Atividade de caminhamento

Como arena de forrageamento foi utilizada uma placa de petri (5 cm de diâmetro) contendo, no centro, um disco foliar (4 cm de diâmetro) das cultivares de crisântemo estudadas, com a face abaxial voltada para cima, sobre uma camada (5 mm) de ágar/água a 1%. Uma fêmea de *A. colemani*, com 24 horas de vida acasalada, alimentada e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada no centro da arena. A placa foi vedada e, sob microscópio estereoscópico, em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, foi acionado um cronômetro e observada a atividade de caminhamento do parasitóide *A. colemani*.

As observações do comportamento de caminhamento foram limitadas ao período de 5 minutos. Entretanto, quando a fêmea permaneceu parada por 2 minutos no disco foliar ou caminhando pela placa de petri por 1 minuto, a observação foi interrompida e uma nova fêmea foi observada. A atividade de caminhamento foi definida pela porcentagem do tempo de caminhamento gasto sobre o disco foliar no tempo estimado de 5 minutos (100%).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (cultivares Yellow Snowdon e White Reagan) e 30 repetições/tratamento.

4.4.2 Velocidade de caminhamento

A velocidade de caminhamento de *A. colemani* foi determinada em folhas da porção mediana da planta das cultivares Yellow Snowdon e White Reagan, mantidas com a face abaxial voltada para cima em placa de petri (15 cm de diâmetro) contendo uma camada (5 mm) de ágar/água a 1%. A forma e o tamanho das folhas foram padronizados para que todas medissem cerca de 6 cm de comprimento.

Uma fêmea de *A. colemani*, com 24 horas de vida e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada na arena, na região basal da folha. Após sua liberação, um cronômetro foi acionado e a placa vedada. Foi analisado o comportamento das fêmeas sob microscópio estereoscópico, em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Quantificou-se o tempo gasto pela fêmea para percorrer a distância compreendida da extremidade basal até a extremidade apical da folha de crisântemo. O período em que a fêmea ficou parada na folha ou andando sobre a placa de petri não foi considerado na análise.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (cultivares Yellow Snowdon e White Reagan) e 20 repetições/tratamento.

4.4.3 Comportamento de busca de *A. colemani* em diferentes densidades de *A. gossypii*

Foi utilizada como arena de forrageamento uma placa de petri (5 cm de diâmetro) contendo no centro um disco foliar (4 cm de diâmetro) das cultivares Yellow Snowdon e White Reagan, com a face abaxial voltada para cima, sobre uma camada (5 mm) de ágar/água a 1%. Em seguida foram transferidas para as arenas ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii*, nas densidades correspondentes de 4, 8 e 16 ninfas. Discos foliares sem a presença do pulgão hospedeiro foram utilizados como controle.

Uma fêmea de *A. colemani*, previamente acasalada, com 24 horas de vida e sem experiência prévia de oviposição, foi liberada na arena. A placa foi vedada com filme de PVC laminado e observada sob microscópio estereoscópico, em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ por 900 segundos (30 min.). Foi avaliado o número de encontros com o hospedeiro, por meio de toques com as antenas, o número de vezes em que a fêmea provou o hospedeiro por meio de toques curtos, o número de hospedeiros aceitos pela fêmea, caracterizado pelo

toque longo com o ovipositor e o tempo de permanência da fêmea na arena, estimado pelo tempo do primeiro abandono do disco foliar após a sua liberação. Foram utilizados 1.800 segundos (30 min.) de observação, como tempo máximo para que a fêmea parasitóide abandonasse a arena de forrageamento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (4 densidades de pulgões x 2 cultivares de crisântemo) com 10 repetições/tratamento.

4.4.4 Parasitismo de *A. colemani* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo

Na avaliação da taxa de parasitismo de *A. colemani* sobre o pulgão *A. gossypii* foram utilizados como unidade experimental, recipientes plásticos, de acordo com metodologia desenvolvida por Carnevale et al. (2003). Cada recipiente continha uma folha da cultivar de crisântemo estudada como arena de forrageamento fixada no topo do recipiente por meio de uma ampola anestésica contendo algodão umedecido (Figura 1).

Foram transferidas para cada folha de crisântemo 30 ninfas de *A. gossypii* de 2º e 3º instares. Após esse procedimento, os recipientes foram vedados com fita crepe e não manuseados por um período de aproximadamente 2 horas, com o intuito de proporcionar melhor acomodação das ninfas do pulgão no substrato. Posteriormente, uma fêmea de *A. colemani* com 24 horas de vida, alimentada, acasalada e sem experiência prévia de oviposição foi liberada no centro do recipiente, permanecendo junto aos pulgões por um tempo de 1 hora em sala climatizada a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Após esse período, a fêmea foi retirada e as folhas transferidas para placas de petri (15 cm de diâmetro) contendo solução de ágar/água a 1%, vedadas com filme PVC laminado e mantidas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Após três dias da oviposição, as placas

contendo os pulgões foram transferidas para um freezer -5°C com o intuito de paralisar o metabolismo larval do parasitóide e evitar assim a competição intra-específica. A estimativa do número de larvas do parasitóide presentes em *A. gossypii* foi obtida pela dissecação das ninfas do pulgão realizada com o auxílio de estiletas, em lâmina escavada contendo solução de cloreto de sódio a 1%, sob microscópio estereoscópico. Foram quantificados o número total de larvas do parasitóide no interior das ninfas hospedeiras, a porcentagem de pulgões com larva e o superparasitismo.

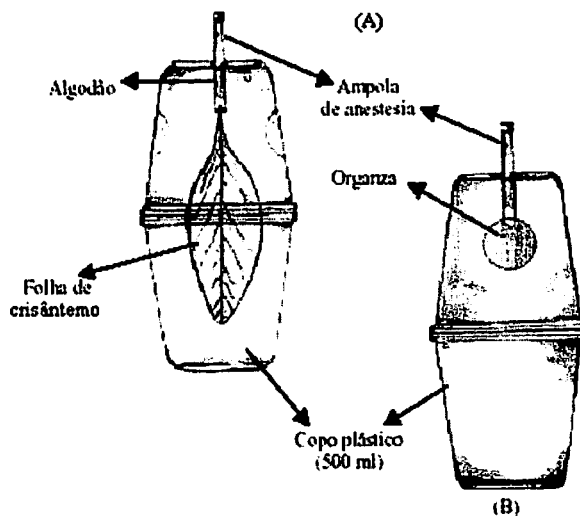


Figura 1. Vista geral (A) e lateral (B) da unidade experimental usada no teste de parasitismo de *A. colemani* em *A. gossypii* mantido em duas cultivares de crisântemo. Adaptado de Carnevale et al. (2003).

Esse experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando dois tratamentos (cultivares Yellow Snowdon e White Reagan) e 30 repetições. Cada repetição foi constituída por 30 ninfas de 2^o e 3^o instares de *A. gossypii* e uma fêmea parasitóide.



4.5 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000) e os dados submetidos à análise de variância considerando o modelo estatístico do delineamento inteiramente casualizado. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. Os dados referente ao comportamento de busca do parasitóide em diferentes densidades do pulgão foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$ antes de se proceder a análise de variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, procedeu-se a análise de regressão. Para os demais parâmetros avaliados referentes à atividade e velocidade de caminhamento e parasitismo de *A. colemani*, não houve necessidade de transformação de dados, visto que foram atendidas as pressuposições da análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Comportamento de busca de *A. colemani* em cultivares de crisântemo

5.1.1 Atividade e velocidade de caminharmento

A atividade de caminharmento de *A. colemani* variou entre as duas cultivares de crisântemo. Em 'White Reagan', essa atividade foi significativamente maior ($64,0 \pm 30,30\%$) quando comparada àquela observada em 'Yellow Snowdon' ($47,3 \pm 29,74\%$) (Figura 2).

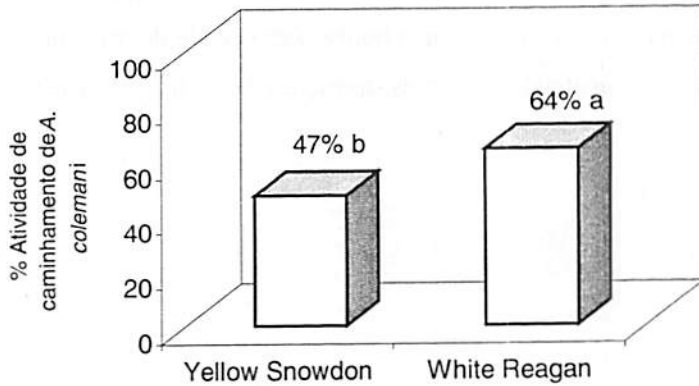


Figura 2. Atividade de caminharmento (%) de *Aphidius colemani* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas.

Foi observado que na cultivar White Reagan, com maior densidade de tricomas, ocorreu maior exploração do substrato de forrageamento pelo parasitóide *A. colemani* e maior frequência de paralisação de sua busca pelo hospedeiro ao encontrar os tricomas. Os tricomas foliares exerceram um certo confundimento na fêmea, uma vez que houve tentativas de provas com o ovipositor nessas estruturas, o que evitou, de certa forma, o abandono da arena.

Esse comportamento, embora também verificado em 'Yellow Snowdon', foi menos freqüente. Apesar dos tricomas presentes na epiderme das duas cultivares estudadas não serem do tipo glandular, também foi observado que ao entrar em contato com esses tricomas e a epiderme do disco foliar pelo processo de antenação sistemática, as fêmeas prendiam suas antenas junto à base dos tricomas próximos à epiderme. Possivelmente, a presença de alguma substância na epiderme dos discos foliares tenha ocasionado tal fato, uma vez que, de acordo com Alquini et al. (2003), os tricomas são projeções das células epidérmicas, caracterizadas como células vivas, vacuoladas, podendo conter vários tipos de substâncias, como taninos, mucilagem, cristais e pigmentos.

A diferença na densidade de tricomas presente nas duas cultivares de crisântemo ($11,3 \pm 8,74$ e $16,6 \pm 10,63$ tricomas/mm² da folha em Yellow Snowdon e White Reagan, respectivamente), não mostrou influência significativa na velocidade de caminamento de *A. colemani*, a qual foi de $1,7 \pm 1,06$ mm/s em 'Yellow Snowdon' e $1,6 \pm 0,96$ mm/s em 'White Reagan' (Figura 3).

Sütterlin & Van Lenteren, (1997) e Sütterlin (2000) verificaram que a atividade de caminamento do parasitóide *Encarsia formosa*, em cultivares de gérbera, foi uniforme, variando de 70% a 80% e considerada baixa quando a atividade média atingiu 60%. Esses autores observaram também que a velocidade de caminamento não sofreu influência das cultivares avaliadas, variando de 0,2 a 0,3 mm/s. Entretanto, ao testar cultivares de pimentão e tomate, os mesmos autores observaram que, apesar da cultivar de tomate apresentar densidade de tricomas superior (1900 tricomas/cm²) às verificadas nas cultivares de gérbera (80 a 1041 tricomas/cm²) e pimentão, a velocidade de caminamento de *E. formosa* foi de 0,31 mm/s, não diferindo significativamente das verificadas em gérbera, por outro lado, sendo significativamente superior (0,73 mm/s) em pimentão, comparada àquela observada em gérbera e em

tomate. Esses resultados corroboram com os obtidos em crisântemo nesse estudo, em que a velocidade de caminhada do parasitóide *A. colemani* não diferiu significativamente nas duas cultivares avaliadas (Figura 3).

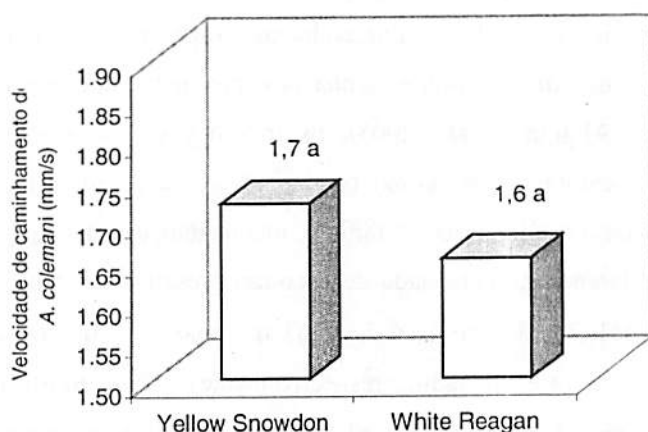


Figura 3. Velocidade de caminhada (mm/s) de *Aphidius colemani* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas.

Também de forma análogo aos resultados obtidos nesse estudo com *A. colemani*, Sütterlin (2000) relatou que não foi possível estabelecer uma relação entre a densidade de tricomas e a velocidade de caminhada do parasitóide uma vez que, sobre gérbera, a baixa atividade de caminhada não implica em uma baixa velocidade de caminhada da fêmea do parasitóide.

Neste estudo foi possível verificar que a variação na densidade de tricomas entre as duas cultivares não influenciou na velocidade de caminhada de *A. colemani* e, em ambas as cultivares, a fêmea apresentou um caminhada linear. Entretanto, estudos desenvolvidos por Van Lenteren & Ponti, (1991) com *E. formosa* mostraram que os tricomas presentes na superfície foliar de plantas de pepino *Cucumis sativus* reduziram a velocidade de

caminhamento desse parasitóide. Porém, foi constatado pelos autores que esta redução, de certa forma, favoreceu o parasitóide *E. formosa*, uma vez que o mesmo caminhava mais lentamente sobre folhas pilosas do que em folhas glabras, incrementando a sua busca e permitindo-lhe detectar melhor a presença do hospedeiro *Trialeurodes vaporariorum* em variedades cuja superfície foliar apresentava maior densidade de tricomas.

Assim, a atividade e a velocidade de caminhamento são importantes parâmetros do comportamento de busca de um parasitóide, pois determinam o tempo que o mesmo leva caminhando sobre a superfície foliar buscando a possibilidade de encontros com o hospedeiro, o que determinará a sua eficiência de busca e, conseqüentemente, a sua atuação como agente de controle biológico.

5.1.2 Comportamento de busca de *A. colemani* em diferentes densidades de *A. gossypii*

Não houve interação significativa entre as densidades de ninfas testadas e as cultivares de crisântemo no número de encontros (toques com a antena) de *A. colemani*. Independente da cultivar utilizada, o número médio de encontros da fêmea parasitóide por meio de toques com as antenas nas ninfas de 2º e 3º instares de *A. gossypii* foi de 0,0; 1,9; 7,1 e 9,6, respectivamente para as densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas, com um aumento linear no número de encontros em função do aumento da densidade hospedeira (Figura 4A). Sampaio et al. (2001b), ao avaliarem o comportamento de busca de *A. colemani* em ninfas de *M. persicae* mantidas em discos foliares de pimentão nas densidades 0, 4, 8, 16 e 32 ninfas, verificaram um número de encontros crescente e superior aos obtidos neste estudo em discos foliares de crisântemo.

O número médio de vezes que a fêmea *A. colemani* provou o hospedeiro *A. gossypii* por meio de toques curtos com o ovipositor foi, respectivamente, de 0,0, 0,6, 0,9 e 6,1 em 'Yellow Snowdon' e 0,0, 0,1, 6,6 e 5,4 em 'White Reagan',

nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas (Figura 4B, Tabela 1). Na cultivar White Reagan, o número de toques curtos foi significativo na densidade de oito ninfas do pulgão *A. gossypii* (Tabela 1).

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) do número de provas (toques curto com o ovipositor) por fêmeas de *A. colemani*, nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii*, nas cultivares Yellow Snowdon e White Reagan.

Cultivares	Densidade de ninfas de <i>A. gossypii</i>			
	0	4	8	16
Yellow Snowdon	0,0 \pm 0,00a	0,6 \pm 1,26a	0,9 \pm 1,04b	6,1 \pm 4,33a :
White Reagan	0,0 \pm 0,00a	0,1 \pm 0,31a	6,6 \pm 3,64a	5,4 \pm 8,01a :

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Análogo ao número de encontros, não houve uma interação significativa entre a densidade de pulgões e as cultivares de crisântemo, no número de hospedeiros aceitos por *A. colemani* caracterizado pelo toque longo com o ovipositor. Independente da cultivar em que as ninfas do pulgão foram mantidas, o número médio de toques longos foi, respectivamente, de 0,0, 0,3, 1,5 e 3,2 nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas, observando-se um aumento linear no número de hospedeiros aceitos em função do incremento da sua densidade (Figura 4C). Foi possível verificar uma relação positiva entre o aumento no número de encontros e o número de ninfas de *A. gossypii* aceitas por *A. colemani*, concordando com resultados obtidos por Sampaio et al. (2001b). Entretanto, estes autores verificaram que o número de pulgões *M. persicae* aceitos por *A. colemani* nas mesmas densidades testadas, mas em discos foliares de pimentão, foi superior aos observados nesse estudo. Já Bueno et al. (2003b) utilizando uma densidade

de 20 ninfas de *A. gossypii* mantidas também em discos foliares de pimentão para o parasitismo de *L. testaceipes*, verificaram um número médio de 18,7 hospedeiros provados por meio de toques curtos e 18,0 aceitos por meio de toques longos com o ovipositor.

Após a avaliação do hospedeiro pela fêmea parasitóide, feita pelo toque curto com o ovipositor, ele é aceito ou não para oviposição. Esta decisão está relacionada à adequabilidade e à qualidade do hospedeiro que irá definir se esse tem características fisiológicas e nutricionais mínimas para o desenvolvimento das formas imaturas do parasitóide (Mackauer et al., 1996). É sugerido que as variações observadas no comportamento de busca e aceitação do hospedeiro estão relacionadas a fatores, como quantidade e qualidade do hospedeiro via planta hospedeira, influenciando diretamente sua razão sexual e dinâmica populacional.

Houve interação significativa entre a densidade de pulgões e as cultivares de crisântemo, no tempo de permanência da fêmea *A. colemani* na arena de forrageamento. O tempo de permanência da fêmea na arena, estimado pelo tempo do primeiro abandono do disco foliar após a sua liberação, foi de 139,3, 119,9, 472,0 e 748,6 segundos em 'Yellow Snowdon' e de 209,7, 288,3, 780,7 e 667,1 segundos em 'White Reagan', respectivamente, nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas de *A. gossypii* (Figura 4D, Tabela 2).

Uma vez liberada na arena de forragamento, observou-se um comportamento incessante de busca pelo hospedeiro. Entretanto, na cultivar com maior densidade de tricomas ('White Reagan') a fêmea realizava sucessivas tentativas de oviposição nos tricomas, retardando o encontro com o hospedeiro e aumentando com isso o seu tempo de busca. Este fato pôde ser claramente elucidado quando a densidade hospedeira foi 0 (zero) ninfas. Nessa densidade, a fêmea parasitóide levou, em média, 139,3 e 209,7 segundos em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente, para cessar a busca, caracterizada

pelo abandono da folha. Essas observações são coerentes com afirmações feitas por Bottrell et al. (1998) salientando que os tricomas das plantas hospedeiras podem diminuir a eficiência dos parasitóides/predadores, inibindo o seu movimento e aumentando o tempo de busca pelo hospedeiro/presa.

Tabela 2. Médias (\pm erro padrão) do tempo de permanência na folha (segundos) de fêmeas de *A. colemani* nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii* na cultivar Yellow Snowdon e White Reagan.

Cultivares	Densidade de ninfas de <i>A. gossypii</i>			
	0	4	8	16
Yellow Snowdon	139,3 \pm 90,72a	119,9 \pm 80,54b	472,0 \pm 304,80b	748,6 \pm 292,3a
White Reagan	209,7 \pm 93,35a	288,3 \pm 248,12a	780,7 \pm 219,42a	667,1 \pm 248,9b

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O comportamento de busca de *A. colemani* por ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii*, caracterizado pelo número de encontros, toques curtos e longos com o ovipositor, bem como o tempo do forrageamento na folha, tende a aumentar proporcionalmente com o aumento da densidade do hospedeiro nas duas cultivares estudadas (Figura 4).

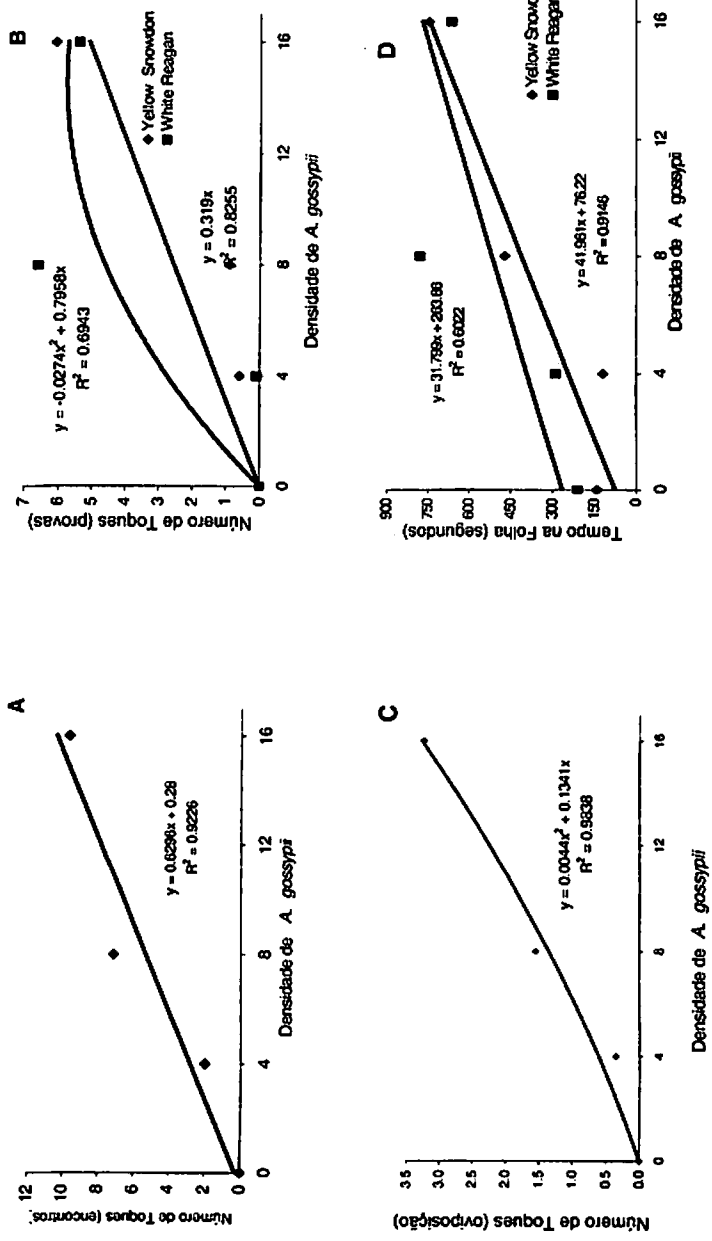


Figura 4. Número de toques de *Aphidius colemani* e tempo de permanência na folha de crisântemo nas densidades 0, 4, 8 e 16 ninfas de 2° e 3° instares de *Aphis gossypii* nas cultivares Yellow Snowdon e White Reagan. A – toques com a antena (encontros); B – toques curtos (prova); C – toques longos (oviposição); D – tempo de permanência na folha.

5.1.3 Parasitismo de *A. colemani* em cultivares de crisântemo

A porcentagem de *A. gossypii* com larvas de *A. colemani* foi de 37,8% em 'Yellow Snowdon' e 43,9% em 'White Reagan' (Tabela 3). O superparasitismo foi verificado em ninfas de *A. gossypii* mantidas nas duas cultivares de crisântemo, sendo de 10,5% em 'Yellow Snowdon' e 13,4% em 'White Reagan', não diferindo significativamente entre as cultivares, com média de 5,5 pulgões com mais de uma larva no seu interior. O número de pulgões com uma larva em 'Yellow Snowdon', foi de 10,8 e com duas e três larvas foi de 1,8 e 1,0, respectivamente. Em 'White Reagan' 12,5 ninfas de *A. gossypii* dissecadas apresentaram uma larva no seu interior, enquanto que 1,6 ninfas tinham duas larvas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias (\pm erro padrão) da porcentagem de hospedeiros com larvas, do número de hospedeiros com 1, 2 e 3 larvas, de *A. colemani* em ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas.

Ninfas de <i>A. gossypii</i> parasitadas por <i>A.</i> <i>colemani</i>	Cultivares de crisântemo	
	Yellow Snowdon	White Reagan
% Parasitismo	37,8 \pm 26,56 a	43,9 \pm 22,46 a
% Superparasitismo	10,5 \pm 7,23 a	13,4 \pm 7,27 a
Ninfas com 1 larva	10,8 \pm 6,97 a	12,5 \pm 6,62 a
Ninfas com 2 larvas	1,8 \pm 1,78 a	1,6 \pm 1,63 a
Ninfas com 3 larvas	1,0	0,0

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Sampaio et al. (2001a) observaram 83,3% de ninfas de *A. gossypii* com larvas de *A. colemani*, utilizando 15 minutos de contato entre o parasitóide e 16 ninfas de 2° e 3° instares do pulgão mantidas em discos foliares de pimentão, porcentagem esta superior quando comparada às obtidas nesse estudo nas duas cultivares de crisântemo (Tabela 3) e um superparasitismo de 14,3%. Apesar dos autores terem utilizado um menor tempo de exposição (15 minutos) e densidade de hospedeiro (16 ninfas de *A. gossypii*), o número de pulgões com duas e três larvas do parasitóide foi bem próximo aos obtidos nesse estudo, quando foi utilizada uma densidade de 30 ninfas e 1 hora de contato entre o parasitóide e o hospedeiro (Tabela 3).

Já a variação na porcentagem de ninfas de *A. gossypii* com larvas de uma dada espécie de parasitóide observada por Steenis (1993), Rodrigues & Bueno (2001), Carnevale et al. (2003), além de estar relacionada a fatores, como a densidade do hospedeiro e o tempo de contato entre o parasitóide e o hospedeiro, deve-se, possivelmente também a características inerentes à planta hospedeira na qual o afídeo foi mantido. Isso porque a planta pode afetar o hospedeiro alterando o seu desenvolvimento, tamanho e vigor, o que indiretamente afetará o inimigo natural. Segundo Sequeira & Mackauer (1993), para que uma espécie de hospedeiro seja adequada a um determinado parasitóide, ela deve ser disponível e aceita para oviposição, além de possuir características básicas, como condições fisiológicas e nutricionais mínimas ao desenvolvimento da fase imatura do parasitóide.

Um outro aspecto é aquele relacionado a alterações na biologia e comportamento dos inimigos naturais, em função de características morfológicas como os mais variados tipos de tricomas presentes na epiderme foliar das plantas, aumentando ou reduzindo a sua mobilidade na busca pelo hospedeiro/presa. Desse modo, são as interações envolvendo a planta, a praga e o inimigo natural que podem explicar as variações no parasitismo em função da

planta em que o hospedeiro está se alimentando. Starks et al. (1992) verificaram que, em experimentos com variedades resistentes e suscetíveis de cevada em ambiente protegido envolvendo o afídeo *S. graminum* e o parasitóide *Lysiphlebus testaceipes*, os afídeos foram controlados pelos parasitóides apenas quando presentes em variedades resistentes. Os afídeos, de forma geral se movimentam mais sobre plantas resistentes do que em plantas suscetíveis ou quando perturbados pela atividade de predadores e parasitóides (van Emden & Wratten, 1990).

Os resultados obtidos nesse estudo revelaram que, apesar de não existirem diferenças significativas nas taxas de parasitismo de *A. colemani* em ninfas de *A. gossypii* mantidas nas duas cultivares de crisântemo, houve um melhor desempenho do parasitóide na busca e parasitismo do pulgão hospedeiro em 'White Reagan' cuja superfície foliar apresenta maior densidade de tricomas. Também foi verificada nesta cultivar maior mobilidade do pulgão *A. gossypii* na procura por abrigo e locais de alimentação, tornando-o, talvez, mais vulnerável à ação do parasitóide. A utilização associada do parasitóide *A. colemani* como agente de controle biológico e cultivares resistentes de crisântemo na regulação da população de afídeos pode se constituir em uma tática de manejo viável nessa cultura em ambientes protegidos.

6 CONCLUSÕES

A atividade de caminhar do parasitóide *A. colemani* é influenciada pelas duas cultivares de crisântemo com um incremento da atividade na cultivar com maior densidade de tricomas.

As duas cultivares de crisântemo não influenciam a velocidade de caminhar do parasitóide *A. colemani*

O número de toques com a antena (encontros) e toques longos com o ovipositor de *A. colemani* em ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii* aumenta linearmente com o incremento da densidade do hospedeiro, independente da cultivar.

O número de toques curtos de *A. colemani* (provas) em ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii* é maior na cultivar White Reagan comparada a 'Yellow Snowdon', na densidade de oito hospedeiros.

As duas cultivares de crisântemo não influenciam no parasitismo de *A. colemani* em ninfas de 2° e 3° instares de *A. gossypii*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. Epiderme. In: APPEZZATO, B G. da.; GUERREIRO, S. M. C. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. p. 87-107.
- BOTTRELL, D. G.; BARBOSA, P.; GOULD, F. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: A Realistic Strategy? **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 347-367, 1998.
- BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de parasitóides do gênero *Aphidius* Ness. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 137-159.
- BUENO, V. H. P. Protected cultivation and research on biological control of pests in greenhouse in Brazil. **Bulletin IOBC/WPRS**, Washington, v. 22, n. 1, p. 21-24, 1999.
- BUENO, V. H. P.; CARNEVALE, A. B.; SAMPAIO, M. V. Host preference of *Lysiphlebus testaceipes* (CRESSON) (Hymenoptera: Aphidiidae) FOR *Myzus persicae* (SULZER) AND *Aphis gossypii* GLOVER (Hemiptera: Aphididae) In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON ECOLOGY OF APHIDOPHAGA, 8., 2003, Ponta Delgada, Portugal. **Proceedings...** Ponta Delgada, Portugal, 2003a. p. 17-20.
- BUENO, V. H. P.; Van LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C. P.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse chrysanthemums in Brazil. **Bulletin IOBC/WPRS**, Washington, v. 26, p. 1-5, 2003b.
- CARNEVALE, A. B.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 293-297, abr./jun. 2003.

EMDEN, H. F. Van.; WRATTEN, S. D. Tri-trophic interactions involving plants in the biological control of aphids. In: *Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules*, 1990, Stillwater, USA. **Proceedings** Stillwater: MP 132, Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture, Oklahoma State University, 1990. p. 29-43.

HEINZ, K. M. Dispersal and dispersion of aphids (Homoptera: Aphididae) and selected natural enemies in spatially subdivided greenhouse environments. **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 4, p. 1029-1038, Aug. 1998.

Van LENTEREN, J. C. Biological control. In: Van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997. v. 2.

Van LENTEREN, J. C.; PONTI, O. M. P. Plant-leaf morphology, host-plant resistance and biological control. **Symposia Biologica Hungarica**, Budapest, v. 39, p. 365-386, 1991.

MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomology**, Ottawa, v. 6, n. 6, p. 959-980, June 1996.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P. Parasitism rate of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym. : Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Aphis gossypii* Glover (Hem: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 625-629, Oct./Dec. 2001.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphididae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-87, Jan./Mar. 2001a.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; Van LENTEREN, J. C. Preferencia de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphididae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 655-660, Oct./Dec. 2001b.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: user's Guide. V. 8. 0, vol. I. Cary, NC, 2000.

- SOGLIA, M. da C. de M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 211-216, abr./jun. 2002.
- SEQUEIRA, R.; MACKAUER, M. The nutritional ecology of a parasitoid wasp, *Ephedrus californicus* Baker (Hymenoptera: Aphidiidae) **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 125, n. 3, p. 423-430, May/June 1993.
- STARCK, K. J.; MUNIAPPAN, R.; EIKENBARY, R. D. Interaction between plant resistance and parasitism against the greenbug on barley and sorghum. **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 65, n. 3, p. 650-655, 1972.
- 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**, Amsterdam, v. 116, n. 2, p. 192-198, Sept. 1993.
- SÜTTERLIN, S. **Biological control of whitefly on Gerbera: Success or Failure? Tritrophic interactions between *Gerbera jamesonii*, *Trialetrodes vaporariorum* and *Encarsia formosa***. 2000. 177 p. Thesis (PhD) - Wageningen University, Wageningen.
- SÜTTERLIN, S.; Van LENTEREN, J. C. The influence of hairiness of *Gerbera jamesoni* leaves on the searching efficiency of the parasitoid *Encarsia formosa*. **Biological Control**, San Diego, v. 9, n. 3, p. 157-165, July 1997.

CAPÍTULO 4

1 RESUMO

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Influência do complexo planta/hospedeiro e planta na resposta olfativa de *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae)**¹. 2005. p. 82-102. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Os mecanismos envolvidos na orientação, localização e exploração do complexo planta/hospedeiro em insetos parasitóides envolvem interações físico-químicas dos diferentes níveis tróficos. As respostas comportamentais demonstradas pelas fêmeas parasitóides estão relacionadas com o genótipo, o estado fisiológico e sua experiência prévia no ambiente de busca. Este estudo teve como objetivos avaliar a influência da experiência prévia de oviposição e de busca do parasitóide *Aphidius colemani* Viereck no comportamento de orientação aos estímulos provenientes do complexo planta/hospedeiro e planta. O comportamento de orientação de fêmeas de *A. colemani* inexperientes e experientes foi observado em um olfatômetro de vidro tipo Y, utilizando os complexos planta/hospedeiro Sorgo/*Schizaphis graminum* (So/Sg), crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag) e crisântemo (Cr). Fêmeas inexperientes e experientes de *A. colemani*, quando confrontadas com o complexo planta/hospedeiro e apenas a planta, orientaram-se, preferencialmente, para a fonte de odor constituída pelo complexo Cr/Ag. O número de fêmeas inexperientes que se orientaram para as diferentes fontes de odores foi maior (57,3%) no complexo Cr/Ag quando comparado com o daquela cuja fonte de odor era proveniente apenas dos discos foliares de crisântemo (36,6%). Das fêmeas parasitóides, com experiência previa de oviposição, 32,3% orientaram-se para folhas de crisântemo sem hospedeiro, enquanto que 54,6% das fêmeas orientaram-se para a fonte de odor constituída pelo complexo Cr/Ag, diferindo significativamente entre si. Quando confrontados os complexos de origem So/Sg vs. complexo alternativo (Cr/Ag), foi verificado que 64,0% das fêmeas de *A. colemani* sem experiência prévia de oviposição orientaram-se,

¹ Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

preferencialmente, para o complexo de origem (So/Sg) diferindo significativamente das fêmeas que se orientaram para o complexo alternativo (Cr/Ag). A experiência prévia de oviposição pode implicar em um incremento da atividade reprodutiva de *A. colemani*, fazendo com que a fêmea se torne mais eficaz na localização e na exploração dos recursos disponíveis.

CHAPTER 4

2 ABSTRACT

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **The influence of the host/plant complex and plant on the olfactory response of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae)**¹. 2005. p. 82-102.. Thesis (Doctor in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The mechanisms involved in the orientation, localization, and exploration of the plant/host complex in parasitoid insects, involve physical-chemical interactions of different trophic levels. The behavioral responses expressed by female parasitoids are related with its genotype, physiological status and its previous experience of the searching environment. The objective of this study was to evaluate the influence of the previous experience on oviposition, as well as on searching for the parasitoid *Aphidius colemani*, in the orientation behavior to stimuli originated from the plant/host complex and plant. The orientation behavior of experienced and inexperienced *A. colemani* females was observed with a Y-type glass olfactometer. The plant/host complexes sorghum/*Schizaphis graminum* (So/Sg), chrysanthemum/*Aphis gossypii* (Cr/Ag), and chrysanthemum (Cr) plants were used. When inexperienced and experienced *A. colemani* females, when confronted with the plant/host complex or only a non-infected plant, they preferentially orientated themselves to the source of odor, originated from the Cr/Ag complex. The number of inexperienced females that oriented towards the different sources of odors was higher (57.33%) in the Cr/Ag complex, as compared to the one which had the source of odor originated only from leaf disc of chrysanthemum (36.66%). 32.30% of the females with previous oviposition experience oriented towards host-free chrysanthemum leaves, while 54.66% of females oriented towards the source originated from the Cr/Ag complex, differing significantly between them. When the complexes originated from So/Sg vs. alternative complex Cr/Ag were confronted, it was found that 64.0% of the *A. colemani* females, without previously oviposition experience, oriented themselves preferentially to the source of odor originated

¹ Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

from So/Sg, with a significant difference from the females that oriented themselves to the alternative complex Cr/Ag. The previous oviposition experience of *A. colemani* females may imply in an increment of its reproductive activity and inducing the females to become more effective in the localization and exploration of the resources available.

3 INTRODUÇÃO

Os estímulos olfativos e visuais para os parasitóides, além de favorecer informações da direção e distância do hospedeiro, também possuem um papel importante na localização e reconhecimento destes. Fêmeas de parasitóides da subfamília Aphidiinae, por exemplo, utilizam uma variedade de fontes olfativas associadas ao hospedeiro ou à planta, como informações para detectá-los e avaliá-los. Segundo Mackauer et al. (1996), cor, forma e cheiro são também percebidos à distância pelos afidiídeos, sem que haja qualquer tipo de contato físico, estimulando-os a caminhar em direção ao hospedeiro e promovendo o seu encontro.

As fêmeas de parasitóides também podem usar informações dos diferentes níveis tróficos, sejam da planta ou do hospedeiro, no processo de orientação para uma fonte potencial de recursos. A orientação para a planta infestada é uma etapa importante no processo de localização do hospedeiro e os voláteis de plantas, aos quais os parasitóides respondem em um olfatômetro, são provavelmente usados como fontes de semioquímicos durante a localização do hábitat do hospedeiro ou do próprio hospedeiro, sendo distintos dos aleloquímicos das plantas envolvidos no reconhecimento do hospedeiro durante o contato direto com o afídeo (Price et al., 1980; Bueno, 2000).

Segundo Eiras & Gerk (2001), as respostas aos odores envolvidos na localização/reconhecimento do hospedeiro são modificadas por meio da experiência, conduzindo a um comportamento adaptado às características deste. Himenópteros parasitóides podem aprender a associar pistas físicas ou químicas com espécies de hospedeiros adequados durante a oviposição, mostrando claramente a importância da aprendizagem associativa (mecanismo comum no

qual o odor é memorizado após recompensa) em diferentes táxons de Hymenoptera.

A localização da planta potencialmente infestada por pulgões é a etapa mais importante no processo de orientação e localização do hospedeiro em parasitóides do gênero *Aphidius*. Portanto, respostas espontâneas e consistentes aos estímulos provenientes unicamente das plantas devem ser esperadas. Tem sido verificado que fêmeas respondem espontaneamente, principalmente, aos estímulos provenientes do complexo planta-hospedeiro de onde emergiram. Fêmeas com experiência prévia de oviposição têm o comportamento de busca incrementado, passando a responder também aos estímulos provenientes unicamente do hospedeiro (Powell & Zhang, 1983; Farias & Hopper, 1997).

A. colemani é um endoparasitóide solitário utilizado comercialmente em ambientes de cultivo protegido na Europa no controle dos afídeos *A. gossypii* e *M. persicae* (Van Lenteren, 1997; Heinz, 1998). Nesse estudo buscou-se evidenciar o papel da experiência desse parasitóide no comportamento de orientação e localização do hospedeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da experiência prévia de oviposição e de busca do parasitóide *A. colemani* no comportamento de orientação e localização de estímulos provenientes de diferentes complexos planta-hospedeiro (complexo de origem vs. complexo alternativo), além de estímulos apenas da planta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Embrapa - Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. O material vegetal (mudas e folhas) foi obtido de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar White Reagan provenientes da Fazenda Terra Viva (Grupo Schoenmaker), Santo Antonio de Posse, SP. As folhas foram coletadas da região mediana da planta, em estágio vegetativo de desenvolvimento e isentas do uso de produtos fitossanitários, mantidas em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Os exemplares do parasitóide *A. colemani* e do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) foram obtidos de criações existentes no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG, e os espécimens do pulgão *A. gossypii* foram coletados em colônias presentes na cultivar de crisântemo estudada.

4.1 Criação e obtenção de ninfas do pulgão *A. gossypii*

Mudas da cv. White Reagan foram plantadas em vasos plásticos com capacidade para 1 litro (uma planta por vaso), contendo substrato esterilizado. Em seguida, as plantas foram infestadas com *A. gossypii* e mantidas em casa de vegetação, para a multiplicação dos pulgões e estabelecimento de colônias de manutenção.

Para a obtenção de ninfas de *A. gossypii*, foram preparadas placas de petri (15 cm de diâmetro) contendo folhas de crisântemo, sobre solução de ágar/água 1%, infestadas com o auxílio de um pincel fino, com 30 fêmeas adultas ápteras, provenientes da criação de manutenção. As placas foram mantidas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12

horas. Após 24 horas, foram retirados os adultos, permanecendo apenas as ninfas, as quais foram utilizadas nos experimentos.

4.2 Criação do pulgão *S. graminum*

Espécimens do pulgão *S. graminum* foram criados em secções foliares de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) cultivar BR 303, acondicionadas em copos plásticos (60 ml) contendo cerca de 30 ml de água. Em cada recipiente utilizou-se um disco de isopor (4,5 cm de diâmetro) com o objetivo de sustentar a folha de sorgo no copo. Os recipientes foram mantidos em bandejas plásticas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase.

4.3 Criação e obtenção do parasitóide *A. colemani*

Os exemplares do parasitóide *A. colemani* provenientes da criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, foram multiplicados em colônias do pulgão *S. graminum* em folhas de sorgo. Aos primeiros sinais de senescência, novas folhas foram adicionadas para que os pulgões migrassem de uma folha mais velha para outra mais nova. Os recipientes foram mantidos em gaiolas de madeira (44 x 43 x 53 cm), em sala climatizada com temperatura de $23 \pm 2^\circ \text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase. As múmias foram retiradas das folhas de sorgo a fim de evitar o contato prévio entre o parasitóide adulto e complexo planta-hospedeiro no qual foi criado e individualizadas em tubos de vidro (100 mm x 8 mm) contendo água e mel como fonte de alimento, mantidos em câmara climática a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase, até a emergência dos adultos. Observou-se diariamente a emergência dos parasitóides, visando padronizar a idade dos mesmos (48 horas) para a utilização nos experimentos.

4.4 Resposta olfativa de *A. colemani* a dois complexos planta-hospedeiro

No estudo da resposta olfativa de *A. colemani* foram estabelecidos dois complexos planta-hospedeiro e dois grupos experimentais com fêmeas do parasitóide, com o intuito de demonstrar o papel da aprendizagem associativa no processo de orientação e busca do hospedeiro.

Foi denominado de complexo 1, sorgo/*Schizaphis graminum* (So/Sg), constituído por secções foliares de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) cultivar BR 303, infestadas com o pulgão *S. graminum*, e de complexo 2, crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag), constituído de plantas de crisântemo cultivar White Reagan infestadas com o pulgão *A. gossypii*. Ambos os complexos foram mantidos em sala climatizada em gaiolas de madeira (44 x 43 x 53), com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Também foram utilizados discos foliares de crisântemo, sem a presença do hospedeiro.

Os grupos experimentais foram constituídos de fêmeas acasaladas, sem nenhum contato prévio com o complexo planta-hospedeiro ou planta, constituindo o grupo experimental 1, fêmeas inexperientes; e de fêmeas acasaladas que realizaram comportamento de busca e oviposição em ninfas de *A. gossypii* em folhas de crisântemo, constituindo o grupo experimental 2, fêmeas experientes.

Para a obtenção das fêmeas experientes utilizou-se uma placa de petri (15 cm de diâmetro) contendo 5 discos foliares de crisântemo cv. White Reagan sobre uma camada (5 mm) de agar/água 1%. Sobre os discos foram transferidas ninfas de 1º, 2º e 3º instares de *A. gossypii* e liberadas cinco fêmeas de *A. colemani*. As fêmeas permaneceram por 1 hora nesse complexo, 24 horas antes da execução dos experimentos. Em seguida foram recapturadas e mantidas individualizadas em tubos de vidro (100 mm x 8 mm) em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase.

Os testes das respostas de orientação de fêmeas experientes e inexperientes de *A. colemani*, em direção às substâncias voláteis dos diferentes complexos planta-hospedeiro e somente planta, foram realizados em olfatômetro de vidro, com formato de Y (40 x 40 x 45 cm), caixas de acrílico (7,0 x 7,0 x 8,5 cm) acopladas nas extremidades dos braços-Y do olfatômetro, possuindo orifícios de 2 mm de abertura no topo da caixa, para entrada de ar (Figura 1). O olfatômetro foi calibrado, utilizando nitrogênio líquido. Por meio desse sistema, obteve-se uma perfeita pluma de ar que circulava no sentido das duas caixas da extremidade (arena tratamento e controle) para a caixa contendo os parasitóides (arena de liberação). A sucção foi obtida por meio de uma mangueira acoplada a uma bomba de vácuo conectada na base da arena de liberação. Para auxiliar na performance orientada das fêmeas a fonte de odor, uma luminária foi posicionada entre as duas caixas, da extremidade do olfatômetro, de acordo com metodologia utilizada por Pinto et al. (2004). Com o auxílio de um quantômetro/radiômetro/fotômetro modelo LI-185A, Li-Cor Inc., Nebraska, USA, foi medida a intensidade de luz (850 lux) e padronizada de forma a distribuir uniformemente o feixe luminoso sobre as fontes de odor (arenas tratamento e controle).

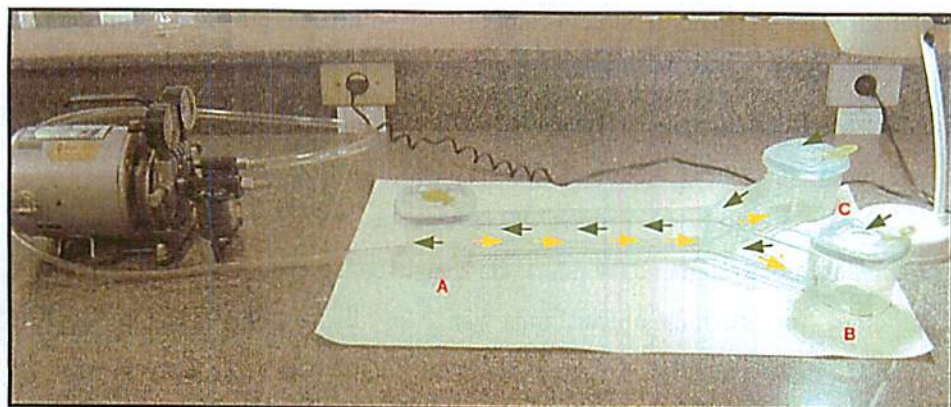


Figura 1. Modelo de olfatômetro utilizado na obtenção de resposta olfativa de fêmeas de *A. colemani* em dois complexos planta-hospedeiro. Arena de liberação - grupo de parasitóides (A), Complexo 1 (B), Complexo 2 (C). Setas verdes indicam o sentido da pluma de ar formada por sucção e setas amarelas indicam o sentido de caminhamento dos parasitóides em direção às fontes de odor (B ou C).

4.4.1 Resposta olfativa de *A. colemani* ao complexo crisântemo/*Aphis gossypii* e crisântemo

Em cada caixa de entrada de ar foram colocados cinco discos foliares (4 cm de diâmetro) de crisântemo como fonte de odor e um disco foliar na entrada da caixa servindo como estímulo visual para o parasitóide. Para cada disco foliar em uma das caixas foram transferidas 10 ninfas de *A. gossypii*, permanecendo a outra caixa apenas com os discos foliares sem a presença do hospedeiro.

4.4.2 Resposta olfativa de *A. colemani* aos complexos crisântemo/*Aphis gossypii* e sorgo/*Schizaphis graminum*

Foram estabelecidos dois complexos planta/hospedeiro, sendo o primeiro constituído por cinco discos foliares (4 cm de diâmetro) de crisântemo contendo, em cada disco, 10 ninfas de *A. gossypii* em uma das caixas de entrada de ar como fonte de odor. Na outra caixa, foram mantidos cinco discos foliares (4 cm

de diâmetro) de sorgo contendo em cada disco 10 ninfas do pulgão *S. graminum*. Na entrada de cada caixa foi colocado um disco foliar da respectiva planta hospedeira servindo como um mecanismo de estímulo visual para o parasitóide na localização das fontes de odores de acordo com Goff & Nault (1984).

Foram testados 15 grupos de fêmeas de *A. colemani* experientes e inexperientes por tratamento sendo cada grupo constituído por cinco fêmeas. Cada fêmea foi utilizada apenas uma vez e os discos foliares removidos e renovados a cada repetição. As observações em cada repetição foram limitadas a um período máximo de 15 minutos e os tratamentos casualizados e recasualizados no olfatômetro em cada repetição.

4.5 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000). Os resultados para os parasitóides atraídos em cada repetição aos diferentes complexos planta-hospedeiro foram transformados em porcentagem e $\sqrt{x+0,5}$, antes de serem submetidos à análise de variância. Foi feita a análise de variância considerando o modelo estatístico do delineamento inteiramente casualizado e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste F, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resposta olfativa de *A. colemani* a diferentes complexos planta-hospedeiro

5.1.1 Resposta olfativa de *A. colemani* ao complexo crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag) e crisântemo (Cr)

Fêmeas inexperientes e experientes do parasitóide *A. colemani* orientaram-se, preferencialmente, para a fonte de odor constituída pelo complexo crisântemo/*Aphis gossypii*, evidenciando sua capacidade de distinguir entre a presença e ausência do hospedeiro nesse modelo experimental.

O número de fêmeas inexperientes que se orientaram para as diferentes fontes de odores foi significativamente maior (57,3%) no complexo crisântemo/*A. gossypii* quando comparado o daquela cuja fonte de odor era proveniente apenas dos discos foliares de crisântemo (36,6%) (Tabela 1). O mesmo comportamento de orientação e localização da fonte de odor foi observado em fêmeas experientes. Quando confrontadas as duas fontes de odores no modelo proposto, 32,3% das fêmeas parasitóides, com experiência prévia de oviposição, orientaram-se para discos foliares de crisântemo sem hospedeiro, enquanto que 54,6% orientaram-se para a fonte de odor constituída pelo complexo planta-hospedeiro (Cr/Ag), diferindo significativamente quando comparadas entre si (Tabela 1).

Powell & Zhang (1983), sugerem que a localização da planta potencialmente infestada por pulgões é a etapa mais importante no processo de orientação e localização do hospedeiro em parasitóides do gênero *Aphidius*, e

respostas espontâneas aos estímulos provenientes unicamente das plantas devem ser esperadas. Entretanto, Farias & Hopper (1997) verificaram que fêmeas com experiência prévia de oviposição têm o comportamento de busca incrementado e passam a responder também aos estímulos provenientes unicamente do hospedeiro. Nesse estudo foi possível observar que tanto fêmeas inexperientes quanto experientes de *A. colemani* responderam mais aos estímulos olfativos provenientes do complexo planta-hospedeiro (Cr/Ag) do que da planta isolada sem o afídeo hospedeiro.

Tabela 1. Porcentagens (média \pm erro padrão) de fêmeas experientes e inexperientes de *A. colemani* que se orientaram para os complexos contendo discos foliares de crisântemo (Cr) e crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag), em testes em olfatômetro Y.

Fêmeas de <i>A. colemani</i> (n)	Complexos: planta e planta/hospedeiro	
	Crisântemo (Cr)	Crisântemo/ <i>A. gossypii</i> (Cr/Ag)
Fêmeas inexperientes (75)	36,6 \pm 16,70 b	57,3 \pm 21,20 a
Fêmeas experientes (75)	32,3 \pm 15,35 b	54,6 \pm 17,67 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Farias & Hopper (1997) mostraram que, uma vez tendo tido uma experiência positiva de oviposição em uma dada planta, fêmeas de *Aphelinus asychis* e *Aphidius matricariae* apresentam uma maior intensidade de busca e demoravam mais a desistir e abandonar a arena de forrageamento, aumentando a probabilidade de encontrar o hospedeiro, mesmo em ambientes nas quais a

densidade hospedeira é baixa. Este comportamento foi observado também neste estudo por fêmeas de *A. colemani* que tiveram uma experiência prévia de oviposição no complexo crisântemo/*Aphis gossypii*. Ao localizarem a fonte de odor, essas fêmeas não abandonaram a arena de forrageamento, e tiveram o comportamento de busca incrementado, insistindo nela mesmo quando se direcionaram aos discos foliares de crisântemo sem hospedeiros. Ao contrário, fêmeas inexperientes abandonaram rapidamente a arena de forrageamento quando não encontravam os hospedeiros, desistindo da busca e caminhando sem orientação no recipiente que continha os discos foliares de crisântemo.

5.1.2 Resposta olfativa de *A. colemani* aos complexos crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag) e sorgo/*Schizaphis graminum* (So/Sg)

Fêmeas de *A. colemani* sem experiência prévia de oviposição orientaram-se preferencialmente para a fonte de odor constituída pelo complexo planta-hospedeiro no qual se desenvolveram (sorgo/*Schizaphis graminum*), ou seja, o complexo de origem, diferindo significativamente (64,0%) quando comparado ao número de fêmeas que se orientaram para o complexo alternativo crisântemo/*Aphis gossypii* (29,2%) (Tabela 2). Estes resultados concordam com os obtidos por outros autores os quais verificaram que fêmeas parasitóides inexperientes respondem principalmente aos estímulos provenientes do complexo planta-hospedeiro de origem quando confrontadas com outros complexos (Farias & Hopper, 1997; Powell et al., 1998; Kalule & Wright, 2004; Pinto et al., 2004).

Parasitóides do gênero *Aphidius* são atraídos para seus hospedeiros por meio de componentes voláteis produzidos por estes e pelos danos causados durante a sua alimentação na planta. O *honeydew* excretado pelos afídeos atua como um cairomônio que inicia ou prolonga o comportamento de busca da fêmea parasitóide.

Tabela 2. Porcentagens (média \pm erro padrão) de fêmeas experientes e inexperientes de *A. colemani* que se orientaram para os complexos crisântemo/*Aphis gossypii* (Cr/Ag) e sorgo/*Schizaphis graminum* (So/Sg) em testes em olfatômetro Y.

Fêmeas de <i>A. colemani</i> (n)	Complexos planta-hospedeiro	
	Crisântemo/ <i>A. gossypii</i> (Cr/Ag)	Sorgo/ <i>S. graminum</i> (So/Sg)
Fêmeas inexperientes (75)	29,2 \pm 10,37 b	64,0 \pm 10,82 a
Fêmeas experientes (75)	37,1 \pm 10,70 a	35,7 \pm 17,85 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Hérard et al. (1988) observaram que casulos de parasitóides criados em hospedeiros alimentados em plantas são uma fonte natural de importantes substâncias para a preparação de fêmeas de *Microplitis demolitor* para sua performance posterior de encontro dos hospedeiros. Estes casulos, provavelmente, estão contaminados por um conjunto completo de “pistas” do complexo planta-hospedeiro como seiva da planta, seda, saliva, hemolinfa e fezes do hospedeiro. Portanto, segundo esses autores, o estímulo pré-vôo da fêmea parasitóide ocorre naturalmente no momento da sua emergência, por meio do contato com o casulo e com o substrato que a rodeia. Estes contatos são suficientes para se obter a resposta da maioria das fêmeas parasitóides na localização do complexo planta-hospedeiro.

As fêmeas de *A. colemani* utilizadas neste estudo não tiveram nenhum contato com o complexo planta-hospedeiro após sua emergência, uma vez que as múmias recém-formadas foram retiradas das folhas de sorgo, evitando assim o contato prévio entre o parasitóide e o complexo planta-hospedeiro no qual foi

criado. Entretanto, o contato da fêmea recém-emergida com a múmia foi inevitável, estabelecendo-se, assim, o contato dessas fêmeas com as “pistas” ou sinais químicos provavelmente existentes nas múmias. Isso fez, possivelmente, com que as fêmeas inexperientes de *A. colemani* respondessem positivamente aos odores provenientes do complexo planta-hospedeiro de origem (*Sorgo/Schizaphis graminum*), evidenciando desta forma, a existência de uma aprendizagem pós-emergência de *A. colemani*, neste estudo.

Estes resultados corroboram com os obtidos por van Emden et al. (1996), os quais demonstraram que, quando múmias de parasitóides são retiradas das folhas de planta hospedeira na qual se desenvolveram, ainda assim o comportamento de busca da fêmea é influenciado pelo substrato de desenvolvimento, orientando-se, preferencialmente, para a planta hospedeira da qual emergiu. Também de acordo com Eiras & Gerk (2001), o afídeo hospedeiro, a planta da qual se alimenta ou os produtos da interação planta-hospedeiro, pode funcionar como “pistas” intermediárias para o parasitóide. Assim, se considerarmos que o contato com qualquer fonte de “pistas” do hospedeiro é requerido para a indução da resposta de procura, como observado neste estudo, então, a aprendizagem pós-emergência, sem oviposição, poderia ser classificada como um tipo de aprendizagem associativa.

Ao evidenciar o papel da experiência prévia de oviposição sobre a preferência no comportamento individual de orientação e localização do hospedeiro potencial em olfatômetro, observou-se que fêmeas experientes de *A. colemani* não apresentaram uma orientação preferencial entre os dois complexos testados, com porcentagens de 37,1% e 35,7% de fêmeas orientando-se para o complexo Cr/Ag e So/Sg, respectivamente. Entretanto, fêmeas com experiência prévia de busca e oviposição no complexo Cr/Ag tenderam a se orientarem mais para este complexo do que para o complexo So/Sg, sem, contudo, evidenciar uma preferência significativa (Tabela 2).

A alteração na preferência espontânea, ou seja, orientação para o complexo Cr/Ag após experiência prévia de oviposição, embora não significativa, pode estar relacionada ao processo de aprendizagem associativa descrita por Smith (1993). Isso porque a preferência de fêmeas de *A. colemani* pelo complexo Cr/Ag mostrou que, durante a experiência de busca e oviposição, a fêmea correlaciona o estímulo “neutro” (*i.e.* a folha de crisântemo) a uma situação de importância biológica (encontro do hospedeiro e oviposição) e passa a modular seu comportamento individual a partir dessa experiência.

Os resultados obtidos nesse estudo revelaram um ligeiro efeito da experiência prévia de oviposição sobre o comportamento de orientação das fêmeas de *A. colemani*, uma vez que, na presença do complexo planta-hospedeiro de origem (So/Sg) e do complexo alternativo (Cr/Ag), fêmeas experientes tenderam a orientarem-se preferencialmente para o complexo alternativo no qual realizaram uma experiência prévia de oviposição 24 horas antes de serem testadas. Já as fêmeas inexperientes orientaram-se preferencialmente para o complexo planta-hospedeiro, no qual se desenvolveram, concordando com afirmações feitas por Vet et al. (1990), nas quais respostas comportamentais expressas por uma fêmea parasitóide são determinadas pelo seu genótipo, estado fisiológico e, principalmente, pela sua experiência prévia no ambiente de busca.

A experiência prévia de oviposição de fêmeas de *A. colemani* pode implicar em um incremento da sua atividade reprodutiva, fazendo com que a fêmea se torne mais eficaz na localização e exploração dos recursos disponíveis. Essa característica pode aumentar a eficiência do parasitóide como agente de controle biológico.



6 CONCLUSÕES

Fêmeas inexperientes e experientes do parasitóide *A. colemani* orientam-se preferencialmente para a fonte de odor constituída pelo complexo planta/hospedeiro (Crisântemo/*Aphis gossypii*), evidenciando sua capacidade de distinguir entre a presença e ausência do hospedeiro nos complexos testados.

Fêmeas de *A. colemani*, sem experiência prévia de oviposição, orientam-se preferencialmente para a fonte de odor constituída pelo complexo planta-hospedeiro no qual se desenvolveram (sorgo/*Schizaphis graminum*), quando confrontado com o complexo alternativo crisântemo/*Aphis gossypii*.

Fêmeas de *A. colemani* com experiência prévia de busca e oviposição no complexo crisântemo/*Aphis gossypii* não apresentam uma orientação preferencial entre os dois complexos testados, crisântemo/*Aphis gossypii* e sorgo/*Schizaphis graminum*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de parasitóides do gênero *Aphidius* Ness. In: BUENO, V. H. P. (ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 137-159.
- EIRAS, E. A.; GERK, O. A. Cairômonios e aprendizagem em parasitóides. In: VILELA, E., DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Feômonios de insetos: biologia, química e aplicação**. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 127-134.
- EMDEN, H. F. van.; SPONAGL, B.; WAGNER, E.; BAKER, T.; GANGULY, S.; DOULOUMPAKA, S. Hopinks "host selection principle", another nail in its coffin. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 325-328, Dec. 1996.
- FARIAS, A. M. I.; HOOPER, K. R. Response of female *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to host and plant-host odors. **Environmental Entomology**, College Park, v. 26, n. 4, p. 989-994, Aug. 1997.
- GOFF, A. M.; NAULT, J. R. Resoponse of the pea aphid parasite *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) to transmitted light. **Enviromental Entomology**, College Park, v. 13, n. 2, p. 595-598, 1984.
- HEINZ, K. M. Dispersal and dispersion of aphids (Homoptera: Aphididae) and selected natural enemies in spatially subdivided greenhouse environments. **Enviromental Entomology**, College Park, v. 27, n. 4, p. 1029-1038, Aug. 1998.
- HÉRARD, F.; KELLER, M. A.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Beneficial arthropod behavior mediated by airborne semiochemicals. IV. Influence of host diet on host-oriented flight chamber responses of *Microplitis demolitor* Wilkinson. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 7, p. 1597-1606, July 1988.
- KALULE, T.; WRIGHT, D. J. The influence of cultivar and cultivar-aphid odours on the olfactory response of the parasitoid *Aphidius colemeani*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, n. 2, p. 120-125, 2004.

Van LENTEREN, J. C. Biological control. In: Van LENTEREN, J. C. (Ed.). **Integrated pest management in protected cultivation**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1997. v. 2.

MACKAUER, M.; MICHAUD, J. P.; VÖLKL, W. Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. **The Canadian Entomology**, Ottawa, v. 6, n. 6, p. 959-980, Nov./Dec. 1996.

PINTO, M. L.; WAJENBERG, E.; COLAZZA, S.; CURTY, C.; FAUVERGUE, X. Olfactory response of two aphid parasitoids, *Lysiphebus testaceipes* and *Aphidius colemani*, to aphid-infested plants from distance. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 110, n. 2, p. 159-164, Feb. 2004.

POWELL, W.; PENNACCHIO, F.; POPPY, G. M.; TREMBLAY, E. Strategies involved in the location of hosts by the parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) **Biological Control**, San Diego, v. 11, n. 2, p. 104-112, Feb. 1998.

POWELL, W.; ZHANG, Z. L. The reactions of two cereal aphid parasitoids, *Aphidius uzbekistanicus* and *A. ervi* to host aphids and their food-plants. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 8, n. 4, p. 439-443, Dec. 1983.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; MCPHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS, A. E. Interactions among three trophic levels: Influence of plants interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review Ecology Sistematics**, Palo Alto, v. 11, p. 41-65, 1980.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: user's Guide. V. 8, 0, vol. I. Cary, NC, 2000.

SMITH, B. H. Merging mechanism and adaptation: na ethological approach to learning and generalization. In: PAPAJ, D.; LEWIS, A. C. (Ed.). **Insect learning**. London, 1993. p. 126-157.

VET, L. E. M.; LEWIS, W. J.; PAPAJ, D. R.; Van LENTEREN, J. C. A variable-response model for parasitoid foraging behavior. **Journal Insect Behavior**, New York, v. 3, n. 4, p. 471-490, July 1990.

CAPÍTULO 5

1 RESUMO

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **Influência de cultivares de crisântemo no desenvolvimento ninfal, predação e oviposição de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)**¹. 2005. p. 103-130. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Características morfológicas das plantas, como a presença de tricomas, podem influenciar diretamente o processo de seleção da presa pelo predador, reduzindo a efetividade e dificultando a movimentação, resultando em aumento do tempo de busca, e indução de mudanças no comportamento de oviposição. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de duas cultivares de crisântemo, com diferentes densidades de tricomas, no desenvolvimento ninfal e na predação, bem como na oviposição do predador *Orius insidiosus*. O experimento foi conduzido em câmara climática à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Na avaliação do desenvolvimento e da predação, foram utilizadas como arena, placas de petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar (4 cm de diâmetro) das cultivares Yellow Snowdon (YS) e White Reagan (WR) sobre fina camada (5 mm) de agar/água 1% e ninfas de 1º, 2º e 3º instares de *A. gossypii*, como presas. Na avaliação da oviposição foram utilizados pecíolos de YS e WR como substrato de oviposição e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) como alimento. As cultivares YS e WR não influenciaram o número de instares, bem como no desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus*. O consumo de pulgões por fêmeas adultas do predador foi, significativamente maior ($P < 0,01$) em WR (2,63 ninfas de *A. gossypii*) quando comparado àquele em YS (0,7 ninfas de *A. gossypii*). Fêmeas de *O. insidiosus* ovipositaram em pecíolos das duas cultivares com diferentes densidades de tricomas, com número total de ovos/fêmea de 23,3 e 22,5 ovos e viabilidades dos mesmos de 85,4% e 80,4%, em YS e WR, respectivamente. As duas cultivares de crisântemo oferecem condições para colonização e estabelecimento do predador *O. insidiosus* em casas de vegetação.

¹ Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

CHAPTER 5

2 ABSTRACT

SOGLIA, Maria da Conceição de Menezes. **The influence of chrysanthemum cultivars on the development, predation and oviposition of *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)**¹. 2005. p. 103-130. Thesis (Doctor in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

Morphologic characteristics, such as the presence of trichomes, may directly influence the process of selection of the prey by the predator, through the reduction of its effectiveness and/or by impairing their movement, which results in an increment of the searching time, as well as, in the induction of changes on the oviposition behavior. The objective of this work was to evaluate the influence of chrysanthemum cultivars, with different density of trichomes, on the nymphal development and predation, as well as on the oviposition behavior of the predator *Orius insidiosus*. The experiment was carried out in climatic chamber at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ RH, and with a photophase of 12h., Petri dishes (5 cm of diameter) with chrysanthemum leaf discs (4 cm of diameter) of the cultivars Yellow Snowdon (YS) and White Reagan (WR), placed on a layer (5 mm) of agar/water (1%), and nymphs of the 1st, 2nd and 3rd instars of *A. gossypii* as preys, were used for evaluating the development and predation of *Orius insidiosus*. For evaluating the oviposition, petioles of YS and WR were used as the substrate for oviposition, and *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs were used as the source of food. The two chrysanthemum cultivars did not influence neither the number of instars, nor the development of *O. insidiosus*. The consumption of aphids by the predator adult females was significantly higher ($p < 0.01$) on WR (2.63 nymphs of *A. gossypii*), as compared to YS (0.7 *A. gossypii* nymphs). Females of *O. insidiosus* laid eggs on the petioles of the two chrysanthemum cultivars with different trichome densities, with a total number of eggs/female of 23.3 and 22.5 eggs and a percentage of viable eggs of 85.4% and 80.4% for YS and WR, respectively. These two chrysanthemum cultivars

¹ Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

supply feasible conditions for colonization and establishment of the predator *O. insidiosus* in greenhouses.

3 INTRODUÇÃO

O uso de parasitóides e ou predadores e de plantas resistentes podem ser táticas complementares a serem utilizadas para o controle de insetos-praga. Entretanto, uma série de fatores da planta, como os aspectos morfológicos, caracterizados, por exemplo, pela presença de tricomas, deve ser considerada na avaliação da possibilidade dessa associação. A estrutura da planta em que a presa se alimenta é importante na determinação da eficiência de predadores em localizar e capturar a presa e, conseqüentemente, na sua resposta funcional e numérica (Carter et al., 1984; Kareiva & Sahakim, 1990).

Plantas resistentes podem afetar a atividade dos inimigos naturais, reduzindo a população do fitófago a um nível abaixo do ótimo da capacidade de busca do predador/parasitóide. A densidade de tricomas pode influenciar diretamente a interação tritrófica e o processo de seleção da presa/hospedeiro pelo predador/parasitóide, reduzindo a efetividade e dificultando a movimentação, o que pode resultar em aumento do tempo de busca pela presa/hospedeiro e indução de mudanças no comportamento de oviposição.

O antocórídeo *Orius insidiosus* (Say, 1832), considerada a espécie mais comum no Brasil (Bueno, 2000), apresenta postura endofítica e é capaz de agregar-se em áreas com grandes densidades da presa e aumentar rapidamente sua densidade populacional. É muito freqüente em vegetação nativa, bem como em plantas, de importância agrícola cultivada em condições de campo e em casas de vegetação onde se alimenta de vários insetos-praga, entre eles, os afídeos (Kiman & Yeargan, 1985; Silveira et al., 2003). Em plantas ornamentais, como gérbera, crisântemo e roseira, cultivadas em ambientes protegidos, tem sido observado que *O. insidiosus* prefere gérbera e crisântemo em vez de roseira como substrato de oviposição (Fransen, 1993). Beekman et al. (1991)

verificaram que o comportamento de busca desse predador é incrementado sobre plantas de crisântemo, gastando mais tempo na busca sobre essas do que em roseira.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, no desenvolvimento ninfal e predação de *O. insidiosus* tendo *A. gossypii* como presa, bem como no comportamento de oviposição.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, em câmara climática regulada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

O material vegetal foi obtido de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivares Yellow Snowdon e White Reagan, cultivadas em casa de vegetação na Fazenda Terra Viva (Grupo Schoenmaker), Santo Antonio de Posse, SP. Folhas e pecíolos utilizados nos experimentos foram coletadas da região mediana das plantas, as quais se encontravam em estágio vegetativo de desenvolvimento e isentas do uso de produtos fitossanitários. Exemplos do pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877, foram coletados em colônias presentes nessas cultivares na mesma fazenda.

Um estudo complementar foi conduzido no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras para avaliar a densidade de tricomas presentes nos pecíolos das folhas dessas cultivares de crisântemo, segundo metodologia proposta por Jensen (1962) e Labourian et al. (1961). De acordo com Soglia et al. (2002), as cultivares Yellow Snowdon e White Reagan apresentam $11,3 \pm 8,74$ e $16,6 \pm 10,63$ tricomas/mm² da folha, respectivamente.

4.1 Criação de manutenção de *A. gossypii*

Mudas de 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', provenientes da Fazenda Terra Viva (Grupo Schoenmaker), foram plantadas em vasos plásticos com capacidade para 1 litro (uma planta por vaso), contendo substrato esterilizado, infestadas com pulgões *A. gossypii* e mantidas na casa de vegetação

do Departamento de Entomologia da UFLA, em gaiolas (50 cm x 50 cm x 100 cm) com armação de arame e revestidas com tela de náilon.

No laboratório, foram preparados dois recipientes, um para cada cultivar, os quais consistiram de uma placa de petri (15 cm de diâmetro) contendo uma camada (5 mm) de ágar/água a 1% e uma folha de crisântemo. Em cada folha foram colocadas, com o auxílio de pincel fino, trinta fêmeas adultas ápteras de *A. gossypii* provenientes da criação de manutenção. As placas foram vedadas com filme de PVC laminado e mantidas em câmara climática. Após 24 horas, foram retirados os adultos, permanecendo apenas as ninfas, as quais foram utilizadas nos experimentos.

4.2 Criação do predador *O. insidiosus*

Adultos do predador foram obtidos da criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da UFLA (Bueno, 2000) e mantidos em placas de petri contendo ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) como alimento e inflorescências de picão (*Bidens pilosa*) como substrato de oviposição. As inflorescências foram observadas diariamente sob microscópio estereoscópico para verificar-se a presença de ovos de *O. insidiosus*, sendo, então, transferidas para placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo chumaço de algodão umedecido com água destilada para favorecer a umidade no interior da placa e evitar, assim, a mortalidade dos ovos e ninfas por dessecação. Adultos e ninfas do predador provenientes dessa criação foram utilizados nos experimentos.

4.3 Desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas

Placas de petri (5 cm de diâmetro) contendo ninfas de 1º, 2º e 3º instares do pulgão *A. gossypii* sobre disco foliar (4 cm de diâmetro) das cultivares

Yellow Snowdon e White Reagan sobre uma camada (5 mm) de ágar/água a 1%, foram vedadas com filme de PVC laminado e mantidas por cerca de uma hora em câmara climática para que ocorresse a distribuição aleatória das ninfas do pulgão nos discos foliares. Posteriormente, ninfas do predador recém-eclodidas, provenientes da criação de manutenção, foram colocadas individualmente nessas placas, as quais foram mantidas em câmara climática a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Para cada ninfa do predador foram oferecidas diariamente 20 ninfas do pulgão *A. gossypii*.

Foram avaliados, diariamente sob microscópio estereoscópico, o número de instares, a duração e a sobrevivência ninfal, a duração da fase ninfal e o consumo de presas em cada instar. Foram considerados pulgões consumidos aqueles cujo conteúdo do corpo foi removido parcial ou totalmente, ficando apenas o tegumento de acordo com metodologia proposta por Alvarado et al. (1997).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se duas cultivares de crisântemo, Yellow Snowdon e White Reagan e 25 repetições/tratamento.

4.4 Predação de *O. insidiosus* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo

Neste teste foram utilizadas ninfas de 1^o e 4^o instares e fêmeas adultas de *O. insidiosus* com 24 horas de vida e de inanição. Como fonte de alimento foram oferecidas 10 ninfas de 2^o e 3^o instares do pulgão *A. gossypii* distribuídas aleatoriamente no disco foliar de crisântemo (4 cm de diâmetro) sobre uma camada de ágar/água a 1% em placa de petri (5 cm de diâmetro). Em cada placa, foi liberado um indivíduo do predador. As placas foram vedadas com filme de PVC laminado e mantidas por 24 horas em câmara climática. Avaliaram-se o comportamento de predação e o número de presas consumidas sob microscópio

estereoscópico. Foram considerados pulgões predados, aqueles cujo conteúdo do corpo foi parcial ou totalmente removido, ficando apenas o tegumento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado utilizando duas cultivares de crisântemo Yellow Snowdon e White Reagan, ninfas de 1º e 4º instares e fêmeas adultas do predador com 30 repetições/tratamento.

4.5 Oviposição de *O. insidiosus* em pecíolos de duas cultivares de crisântemo

Para avaliar a influência da densidade de tricomas no comportamento de oviposição do predador *O. insidiosus*, utilizaram-se fêmeas adultas recém emergidas, individualizadas em placa de petri (15 cm de diâmetro) contendo um pedaço de papel corrugado (3 cm), como fonte de abrigo e um pecíolo (6 cm de comprimento) das cultivares, com a base envolta em algodão umedecido em água, como substrato de oviposição. Machos foram mantidos com as fêmeas na placa do 2º ao 6º dia após as suas emergências. Como fonte de alimento foram oferecidos diariamente 30 ovos de *A. kuehniella*, os quais de acordo com Bueno (2000), se constituem na presa mais adequada para esse predador, visando o aumento de sua longevidade e fecundidade.

As placas foram vedadas com filme de PVC laminado e mantidas em câmara climática $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Diariamente, as fêmeas foram transferidas para uma nova placa de petri, contendo um novo pecíolo. Os pecíolos, nos quais as fêmeas ovipositaram foram vistoriados diariamente, sendo avaliados o número diário e total de ovos colocados assim como a viabilidade dos mesmos. A avaliação da oviposição foi feita por um período de 10 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando dois tratamentos (pecíolos das cultivares de crisântemo 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan') e 30 repetições/tratamento.

4.6 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000), com os mesmos submetidos à análise de variância, considerando o modelo estatístico do delineamento inteiramente casualizado. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F, a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$, antes de se proceder a análise de variância, com exceção daqueles referentes às características morfológicas das cultivares, a viabilidade ninfal e a taxa de oviposição, visto que nestes foram atendidas as pressuposições da análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas

5.1.1 Número e duração dos instares

Nas duas cultivares de crisântemo avaliadas e alimentando-se de *A. gossypii*, *O. insidiosus* apresentou cinco instares concordando com observações realizadas por Bush et al. (1993) e Mendes et al. (2003). As cultivares Yellow Snowdon e White Reagan não influenciaram no número de instares bem como na sua duração, obtendo-se, para o 1º, 2º, 3º, 4º e 5º instares, do predador, duração média de 3,8, 2,1, 2,4, 3,2 e 6,7 dias, respectivamente em 'Yellow Snowdon', e de 3,6, 2,4, 3,4, 5,2 e 6,5 dias, respectivamente em 'White Reagan' (Tabela 1).

Ninfas de 5º instar de *O. insidiosus* apresentaram maior tempo de desenvolvimento nas duas cultivares estudadas, seguidas das de 1º instar, e por aqueles obtidos para os 2º, 3º e 4º instares. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Isenhour & Yeargan (1981) e Argolo (2000), os quais observaram que os instares desse predador, com maior duração, foram também os 1º e 5º. No 4º instar verificou-se maior tempo de desenvolvimento para ninfas mantidas na cv. White Reagan (5,2 dias), o qual diferiu significativamente do número de dias quando essas foram mantidas em 'Yellow Snowdon' (3,2 dias) (Tabela 1).

Tabela 1. Duração média dos instares e da fase ninfal de *O. insidiosus* (\pm erro padrão) alimentados com *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Parâmetros biológicos de <i>Orius insidiosus</i>	Duração (dias)	
	Cultivares de crisântemo	
	Yellow Snowdon	White Reagan
1 ^o instar	3,8 \pm 1,05 a	3,6 \pm 0,76 a
2 ^o instar	2,1 \pm 0,76 a	2,4 \pm 0,82 a
3 ^o instar	2,4 \pm 0,84 a	3,4 \pm 1,51 a
4 ^o instar	3,2 \pm 0,97 b	5,2 \pm 1,48 a
5 ^o instar	6,7 \pm 2,13 a	6,5 \pm 0,70 a
Fase ninfal	18,3 \pm 0,97 a	21,1 \pm 1,06 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

5.1.2 Duração da fase ninfal

A duração da fase ninfal de *O. insidiosus* alimentados com *A. gossypii* foi de 18,3 e 21,1 dias, em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente, não mostrando diferença significativa entre as duas cultivares (Tabela 1).

Mendes et al. (2002) verificaram um período ninfal, para *O. insidiosus*, inferior (11,2 dias) ao obtido neste estudo, quando o predador foi alimentado com *A. gossypii* mantidos em folhas de algodão *Gossypium hirsutum* L. e de 10,2 dias, tendo *Caliothrips phaseolus* (Hood) como presa em folhas de feijão *Phaseolus vulgaris* (L.). Já Alvarado et al. (1997) observaram um desenvolvimento ninfal de 19 e 13 dias, respectivamente, para *Orius laevigatus* e *Orius majusculus* alimentados com *A. gossypii* em folhas de pepino. Neste

estudo, apesar das ninfas apresentarem um período ninfal maior quando comparado aos observados por esses autores, foi verificado que as ninfas de *O. insidiosus* completaram o desenvolvimento quando alimentadas com a presa *A. gossypii* mantidas nas cultivares de crisântemo avaliadas. O tipo de presa que *O. insidiosus* consome tem grande influência em diversos aspectos do seu ciclo biológico (Carter et al., 1984; Kareiva & Sahakim, 1990; Mendes & Bueno, 2001), assim como a estrutura e a qualidade da planta em que a presa se alimenta podem determinar a eficiência desses predadores na localização e captura da mesma.

5.1.3 Consumo alimentar

Foi observado um aumento no consumo de ninfas de *A. gossypii* por *O. insidiosus* nos diferentes instares (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo médio de *A. gossypii* pelos diferentes instares e da fase ninfal de *O. insidiosus* (\pm erro padrão) em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Parâmetros biológicos de <i>Orius insidiosus</i>	Consumo de <i>A. gossypii</i> por <i>O. insidiosus</i>	
	Cultivares de Crisântemo	
	Yellow Snowdon	White Reagan
1° instar	6,31 \pm 3,65 a	5,68 \pm 2,33 a
2° instar	6,68 \pm 2,48 a	7,06 \pm 2,37 a
3° instar	10,42 \pm 4,11 b	16,40 \pm 6,58 a
4° instar	20,07 \pm 6,12 b	29,00 \pm 9,82 a
5° instar	23,85 \pm 13,40 b	55,50 \pm 3,53 a
Consumo ninfal	64,22 \pm 5,54 a	87,5 \pm 13,75 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O consumo de *A. gossypii* por ninfas de *O. insidiosus* nas duas cultivares de crisântemo (Tabela 2) foi superior àquele encontrado por Mendes et al. (2003) nos diferentes instares, com o predador alimentado com o mesmo pulgão, mas em plantas de algodão. Alvarado et al. (1997) verificaram um consumo médio de 3,7, 5,5 e 6,3 pulgões, para ninfas do 3º, 4º e 5º instares, respectivamente, de *Orius majusculu*, (Reuter, 1879) alimentados com *A. gossypii*, mantidos em discos foliares de pepino.

De acordo com Price et al. (1980, 1986) e Awmack & Leather (2002) a suscetibilidade de herbívoros a patógenos, parasitóides e predadores, está, muitas vezes, relacionada com a qualidade nutricional da planta sobre a qual eles se alimentam. Insetos mantidos em materiais resistentes podem apresentar menor tamanho e, conseqüentemente, menor peso, o que poderia ser um dos motivos de serem mais consumidos pelos predadores. Plantas com baixa qualidade nutricional podem afetar adversamente o crescimento da fase imatura de muitos insetos e, nessas plantas, os insetos necessitam de uma quantidade maior de alimento para atingir a fase adulta.

Aliados à qualidade da planta hospedeira, características morfológicas, como os tricomas, também podem afetar o crescimento dos insetos. O aumento no tempo de desenvolvimento associado à baixa qualidade da planta hospedeira pode aumentar as chances de exposição desses insetos à ação dos inimigos naturais.

Não houve evidência experimental para permitir afirmar que o consumo de pulgões e o tempo de desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* nas duas cultivares de crisântemo sejam significativamente diferentes. Entretanto, verificou-se que, quando mantido em 'White Reagan', tanto o tempo de desenvolvimento (Tabela 1) como o consumo de pulgões pelo predador (Tabela 2) foram numericamente maiores. Ninfas de *O. insidiosus* podem ter necessitado de um maior número de presas para completar o seu desenvolvimento, o que

pode sugerir que essa cultivar White Reagan possivelmente tenha afetado a qualidade da presa *A. gossypii*, influenciado diretamente o consumo e indiretamente o tempo de desenvolvimento do predador.

5.1.4 Sobrevivência ninfal

A sobrevivência dos diferentes instares de *O. insidiosus* variou nas duas cultivares de crisântemo. No primeiro instar, verificou-se sobrevivência de 84% e 76% em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente (Figura 1). Já, tanto no segundo como no terceiro instar, ninfas do predador apresentaram maior sobrevivência (96% e 95%), respectivamente, quando se alimentaram de *A. gossypii* em 'Yellow Snowdon', diferentemente do quarto instar, o qual apresentou maior sobrevivência ninfal (100%) para aquelas mantidas em White Reagan (Figura 1).

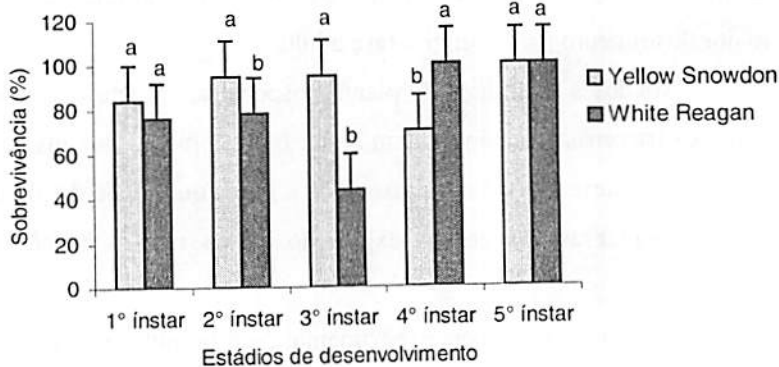


Figura 1. Sobrevivência (%) dos instares de *O. insidiosus* alimentados com *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O terceiro instar foi o mais influenciado pelas duas cultivares, sendo que, em 'White Reagan', essas ninfas apresentaram sobrevivência de 43,7%, valor significativamente menor quando comparado àquele obtido para ninfas alimentadas com *A. gossypii* em Yellow Snowdon (Figura 1).

A sobrevivência observada de ninfas de *O. insidiosus* pode estar relacionada à qualidade do pulgão *A. gossypii* como presa para esse predador, pois, segundo Bush et al. (1993), *A. gossypii* é uma presa inadequada ao desenvolvimento de *O. insidiosus*. No entanto, Mendes et al. (2003) verificaram que a sobrevivência ninfal de *O. insidiosus* pode também variar de acordo com a densidade de presas e com a mesma densidade utilizada nesse estudo (20 ninfas de *A. gossypii*/predador/dia). Estes autores obtiveram para *O. insidiosus*, em plantas de algodão, uma sobrevivência ninfal de 67,65%, valor este inferior ao obtido neste estudo (88,0% e 78,4%) nas duas cultivares de crisântemo avaliadas.

5.2 Predação de *O. insidiosus* em *A. gossypii* em duas cultivares de crisântemo

Não foi observada diferença significativa nas taxas de predação em *A. gossypii*, mantido nas duas cultivares de crisântemo, para as ninfas de 1° e 4° instares de *O. insidiosus*. A predação observada para essas ninfas foi 0,9 e 0,5 e de 2,2 e 3,0 ninfas de *A. gossypii*, em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente. Já a predação de fêmeas adultas foi significativamente maior ($P < 0,01$) na cv. White Reagan (2,6 ninfas de *A. gossypii*), cuja folha apresenta maior densidade de tricomas, quando comparada àquela verificada na cv. Yellow Snowdon (0,7 ninfas), com menor densidade de tricomas (Figura 2).

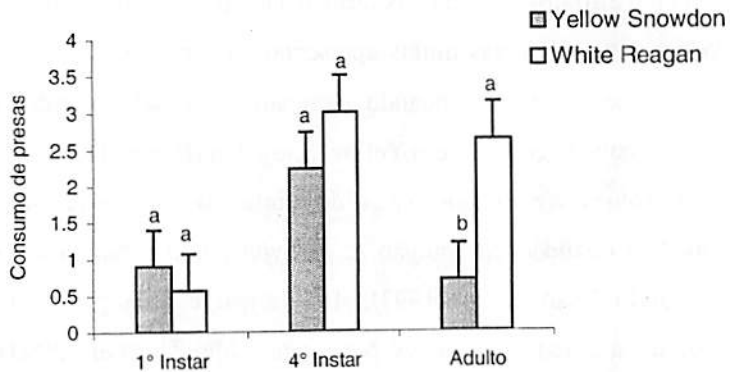


Figura 2. Predação de *A. gossypii* por ninfas de 1° e 4° instares e fêmeas adultas de *O. insidiosus* em duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Observações no comportamento de busca desse predador revelaram que ninfas e adultos são muito ágeis e se movimentam rapidamente por toda a superfície foliar em busca de abrigo e alimento, embora o encontro com a presa seja dificultado, muitas vezes, por mecanismos de defesa da mesma.

Ao localizar a presa na folha, o predador se direciona com o rostro estendido; entretanto ao se aproximar da ninfa do pulgão, apresentou reações de defesa, como movimentos vigorosos com as pernas posteriores liberação de feromônio de alarme, e excreção de *honeydew*, o que dificultou e, às vezes, até impediu a predação. De acordo com Bush et al. (1993), o *honeydew* excretado pelos afídeos interfere no comportamento de busca, pois, ao perceber a aproximação do predador, a presa excreta-o, ficando o mesmo aderido às antenas, pernas e aparelho bucal do predador. O acúmulo dessa substância no

aparelho bucal pode, muitas vezes, impedir a sua alimentação e contribuir para a sua morte.

Foi observado também que ninfas de 1º instar de *O. insidiosus*, em função do seu tamanho, apresentaram certa dificuldade em capturar e ou segurar a presa e para vencer os mecanismos de defesa de *A. gossypii*, fato este que pode ter contribuindo para a ocorrência de uma baixa predação nesse instar (Figura 2). Foi verificado maior consumo de ninfas de *A. gossypii* por fêmeas adultas do predador quando estas foram mantidas na cultivar White Reagan cuja superfície foliar apresenta maior densidade de tricomas. É provável que haja maior movimentação do pulgão nas folhas dessa cultivar à procura de locais apropriados de alimentação, tornando-se, assim, uma presa mais vulnerável à ação do predador. Estes resultados são consistentes com observações feitas por Price (1986), o qual relata que insetos criados em materiais resistentes se movimentam mais e adquirem menor tamanho e peso, o que seria um dos motivos de serem mais consumidos pelos predadores.

De acordo com Gross (1993), as presas podem mudar o seu comportamento e distribuição na presença dos predadores e esses, por sua vez, podem ser influenciados por características, como a textura foliar das plantas hospedeiras em que suas presas se alimentam (Kareiva & Sahakian, 1990; Rapusas et al., 1996). Além dos efeitos diretos, as plantas podem afetar indiretamente os inimigos naturais pela alteração na densidade e qualidade das presas, e os predadores, por sua vez, geralmente mudam seu comportamento de busca após encontrarem a presa (Brunner & Burts, 1975; Evans, 1976; Shields & Watson, 1980).

Efeitos deletérios de tricomas afetando o movimento e a eficiência de busca de inimigos naturais também foram relatados por Nihoul (1993); Ferrar et al. (1994); Van Lenteren et al. (1995); Coll & Ridgway (1995); Brown et al. (1999). Stavrinides & Skirvin (2003), verificaram que cultivares de crisântemo

com alta densidade de tricomas não-glandulares influenciaram negativamente a taxa de predação de *Tetranychus urticae* pelo ácaro predador *Phytoseiulus persimilis*, com registro de baixa predação em todas as densidades de presas testadas nessas cultivares. A densidade de tricomas afetou a habilidade do predador em localizar e consumir ovos de *T. urticae* mensurado pela resposta funcional, sugerindo que altas densidades de tricomas impedem a eficiência de busca do predador. Coll et al. (1997), também observaram que o comportamento de forrageamento de adultos de *O. insidiosus* diferiu significativamente sobre plantas hospedeiras (feijão, milho e tomate) com diferentes densidades de tricomas, verificando maior velocidade de caminhamento e eficiência de busca do predador sobre plantas com menores densidades de tricomas.

No entanto, ao contrário do que foi relatado por esses autores, os tricomas presentes nas folhas dessas duas cultivares de crisântemo exerceram um efeito positivo sobre a habilidade de *O. insidiosus* em localizar e predação de ninfas de *A. gossypii*, sugerindo que a alta densidade de tricomas provavelmente aumentou a eficiência de busca desse predador. Plantas com densa pilosidade propiciam maior eficiência de busca pelo fornecimento de abrigo ou pelo estímulo a um deslocamento em várias direções, facilitando o encontro das presas e resultando, conseqüentemente, em maior predação, o que concorda com relatos de Shah (1982) e Walter (1996).

5.3 Oviposição de *O. insidiosus* em pecíolos de cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas

Os tricomas presentes nos pecíolos das cultivares de crisântemo utilizados como substrato de oviposição para *O. insidiosus* também foram identificados como não-glandulares (tectores), bi-ramificados (Figura 3), assim como aqueles presentes em folhas, mencionados por Soglia et al. (2002) e Stavrinides & Skirvin (2003).

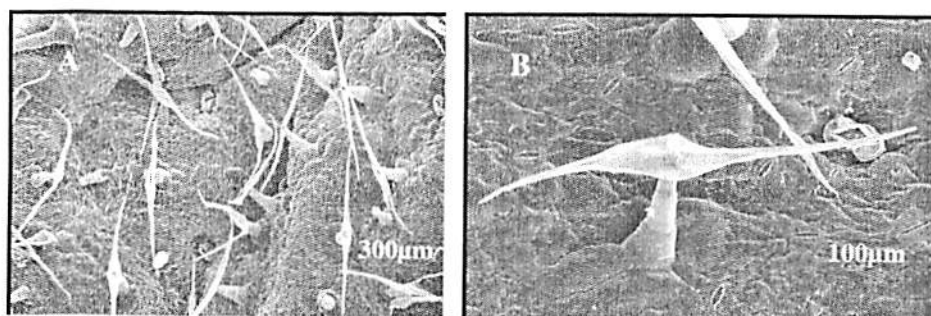


Figura 3. Microscopia eletrônica de varredura da superfície do pecíolo de folhas de crisântemo (A); detalhe do tricoma não-glandular (tector) presente nos pecíolos e folhas das cultivares de crisântemo (B).

Foi constatada diferença quanto à densidade de tricomas nos pecíolos tendo a maior densidade sido observada na cv. White Reagan, com $73,1 \pm 22,05$ tricomas/mm², a qual diferiu significativamente ($P < 0,01$) daquela presente em 'Yellow Snowdon', com $44,4 \pm 16,64$ tricomas/mm² do pecíolo (Figura 4).

Valores inferiores relacionados ao número de tricomas foram verificados por Soglia et al. (2002; 2003), nas folhas dessas cultivares em estudo, ou seja, de $11,3 \pm 8,74$ e $16,6 \pm 10,63$ tricomas/mm² da folha, em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente. Isto sugere que, numa mesma planta hospedeira, podem ocorrer variações nas suas características morfológicas, fato este que poderá implicar diretamente no estabelecimento e distribuição da praga na cultura, bem como na ação dos inimigos naturais. Os autores relataram que essas cultivares de crisântemo afetaram significativamente a fecundidade do pulgão *A. gossypii*, o qual exibiu um melhor desempenho reprodutivo quando mantidos naquelas cujas folhas apresentaram menor densidade de tricomas, ou seja, em 'Yellow Snowdon'.

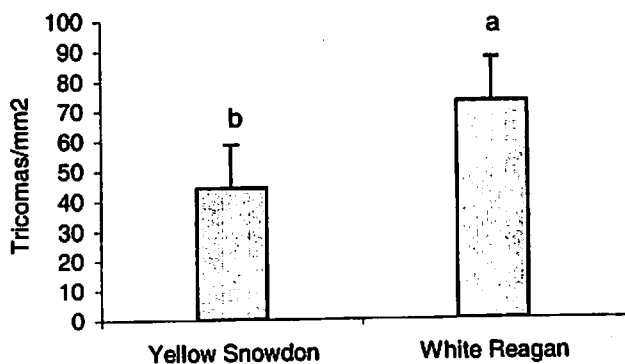


Figura 4. Número de tricomas/mm² do pecíolo de duas cultivares de crisântemo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A oviposição de fêmeas de *O. insidiosus* não foi influenciada pela variação no número de tricomas presentes nos pecíolos das duas cultivares de crisântemo. Em pecíolos da cv. Yellow Snowdon, fêmeas do predador ovipositaram, em média, 23,3 ovos e em 'White Reagan', 22,5 ovos, no período de quinze dias avaliados. A oviposição diária foi de 2,3 e 2,2 ovos com viabilidade de 85,4% e 80,4% quando as fêmeas ovipositaram em 'Yellow Snowdon' e 'White Reagan', respectivamente (Tabela 3). Além das características morfológicas, também a umidade do substrato de oviposição pode influenciar diretamente a viabilidade dos ovos desse predador. van den Meiracker (1999) verificou que ovos de *O. insidiosus* depositados em folhas ou superfícies que dessecam rapidamente têm menor viabilidade. Entretanto, folhas e pecíolos de crisântemo possivelmente apresentaram umidade suficiente para evitar efeitos deletérios, o que pode, então, ter proporcionado maior viabilidade

dos ovos (85,4% e 80,4%) quando comparado aos resultados obtidos por Mendes (2004), o qual observou viabilidades que variaram de 52% em caules de poaia-do-campo (*Spermacoce latifolia*) Aubl. a 83% em inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*), estas últimas consideradas como o substrato preferido desse predador para oviposição em relação a outros substratos testados.

Tabela 3. Número total e diário, e viabilidade de ovos (média \pm erro padrão) de *O. insidiosus* (Say) em pecíolos de duas cultivares de crisântemo com diferentes densidades de tricomas, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Cultivares	Nº de ovos/fêmea	Nº ovos/dia/fêmea	Viabilidade dos ovos (%)
Yellow Snowdon	23,3 \pm 11,58 a	2,3 \pm 1,15a	85,4 \pm 14,97 a
White Reagan	22,5 \pm 9,17 a	2,2 \pm 0,91a	80,4 \pm 18,80 a

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

É importante mencionar que a arquitetura e características morfológicas das plantas, como a textura das folhas, presença de tricomas, tamanho, forma e cor, também podem ser usadas pela fêmea desses predadores para avaliar a qualidade da planta hospedeira na sua oviposição (Alonso et al., 1998; Coll, 1998; Pffannenstiel et al., 1998). E, estas características podem afetar as estratégias reprodutivas dos insetos como o tamanho e a qualidade do ovo, bem como os locais de oviposição, afetando seu estabelecimento no cultivo e conseqüentemente a sua dinâmica populacional (Coll, 1996; Awmack & Leather, 2002).

Mendes et al. (2004), utilizando como substrato de oviposição inflorescência de picão-preto (*Bidens pilosa*) para *O. insidiosus*, obtiveram um

número diário de 5,6 ovos/fêmea, valor superior quando comparado aos resultados obtidos nesse estudo (2,3 e 2,2 ovos diários) sob as mesmas condições, mas com diferente substrato de oviposição. Variações no número de ovos dos antocorídeos, em função do tipo de substrato para oviposição, foram reportados por outros autores. Riudavets et al. (1993) relataram que *O. laevigatus* e *O. majusculus* ovipositaram em plantas de pepino, feijão, pimentão, morango, mas não em plantas de tomate. Já Ferguson & Schimdt, (1993) verificaram que pecíolos de cultivares de pepino, pimentão e tomate foram adequados para oviposição de *O. insidiosus*, com alta viabilidade (71%-85%) em todas as cultivares testadas.

Apesar de não haver evidência experimental, observou-se um melhor desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* na cultivar cujo pecíolo apresentou menor densidade de tricomas ('Yellow Snowdon'), podendo implicar, conseqüentemente, em um melhor estabelecimento do predador nessa cultivar. Esse fato vem, de certa forma, compensar a menor taxa de predação de ninfas de *A. gossypii* por *O. insidiosus* observada nessa cultivar.

Os resultados obtidos nesse estudo têm importante implicação para programas de controle biológico utilizando esse predador em plantas ornamentais, uma vez que muitas dessas espécies de plantas possuem tricomas e o sucesso para um controle biológico efetivo dependerá do impacto relativo desses tricomas sobre os predadores, comparado com as pragas na interação tritrófica. A maior densidade de tricomas na cultivar White Reagan favoreceu a maior predação e o consumo de ninfas de *A. gossypii* por *O. insidiosus*. Já na cultivar Yellow Snowdon houve um melhor desempenho reprodutivo, o que pode favorecer o seu estabelecimento nessa cultura. Características morfológicas inerentes à planta, como os tricomas, não inviabilizaram a ação do predador sobre essas duas cultivares de crisântemo, quanto ao desenvolvimento, predação e oviposição.

6 CONCLUSÕES

As duas cultivares de crisântemo não influenciam o desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus*.

O consumo de ninfas de *A. gossypii* foi afetado pelas duas cultivares de crisântemo. Ninfas mantidas em 'White Reagan' cuja folha apresenta uma maior densidade de tricomas, foram mais consumidas pelo predador.

A oviposição, bem como a viabilidade de ovos de *O. insidiosus*, não é afetada pelas duas cultivares de crisântemo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, P. H.; KORER, J. B.; NUFIO C.; PAPA, D. R. Role of colour and shape stimuli in host-enhanced oogenesis in the walnut fly, *Rhagoletis juglandis*. *Physiological Entomology*, Oxford, v. 23, n. 2, p. 97-104, June 1998.
- ALVARADO, P.; BALTÀ, O.; ALOMAR, O. Efficiency of four heteroptera as predators of *Aphis gossypii* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hom. : Aphididae). *Entomophaga*, Paris, v. 42, n. 1/2, p. 215-226, 1997.
- ARGOLO, V. M. **Influência de diferentes fotoperíodos no desenvolvimento e reprodução de Orius insidiosus (Say, 1832) (Heteroptera: Anthocoridae)**. 2000. 49 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, Palo alto, v. 47, p. 817-844, 2002.
- BEEKMAN, M.; FRANSEN, J. J.; OETTING, R. D.; SABELIS, M. M. Differential arrestment of minute pirate bug, *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), on two plant species. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv, Gent*, 56/2a, 1991.
- BRUNNER, J. F.; BURTS, E. C. Searching behavior and growth rates of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae), a predator of the pear psylla, *Psylla pyricola*. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, v. 68, n. 2, p. 311-315, June 1975.
- BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 69-90.
- BUSH, L.; KRING, T. J.; RUBERSON, J. R. Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 67, n. 3, p. 217-222, June 1993.

CARTER, M. C.; SUTHERLAND, D.; DIXON, A. F. G. Plant structure and the searching efficiency of coccinellid larvae. *Oecologia*, New York, v. 63, n. 3, p. 394-397, 1984.

COLL, M. Feeding and ovipositing on plants by an onivorous insect predator. *Oecologia*, New York, v. 105, n. 2, p. 214-220, Jan. 1996.

COLL, M. Living and feeding on plants in predatory heteroptera. In: COLL M.; RUBERSON, J. R. **Predatory Heteroptera: their ecology and use in biological control**. Lanham, 1998. p. 89-129.

COLL, M.; RIDGWAY, R. L. Functional and numerical response of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different dynamics. *Annals of the Entomological Society of América*, Lanham v. 88, n. 6, p. 732-738, Nov. 1995.

COLL, M.; SMITH, L. A.; RIDGWAY, R. L. Effect of plants on the searching efficiency of a generalist predator: the importance of predator-prey spatial associations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 83, n. 1, p. 1-10, Apr. 1997.

EVANS, H. F. The searching behaviour of *Anthocoris confusus* (Reuter) in relation to prey density and plant surface topography. *Ecological Entomology*, Oxford, v. 1, n. 3, p. 163-169, 1976.

FARRAR, R. R. JR.; BARBOUR, J. D.; KENNEDY, G. G. Field evaluation of insect resistance in a wild tomato and its effect on insect parasitoids *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 71, n. 3, p. 211-216, June 1994.

FERGUSON, G. M.; SCHMIDT, J. S. Effect of selected cultivars on *Orius insidiosus*. **Integrated control in glasshouses**. [S. 1.]: IOBC/WPRS, p. 39-42, 1993.

GROSS, P. Insect behavioral and morphological defenses against parasitoids. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 38, p. 251-273, 1993.

ISENHOOR, D. J.; YEARGAN, K. V. Interactive behavior of *Orius insidiosus* (Hem. : Anthocoridae) and *Sericothrips variabilis* (Thys. : Thripidae): predator searching strategies and prey escape tactics. *Entomophaga*, Paris, v. 26, n. 2, p. 213-220, 1981.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: w. h. Freeman, 1962. 408 p.

KAREIVA, P.; SAHAKIAN R. Tritrophic effects of a simple architectural mutation in pea plants. *Nature*, London, v. 345, n. 6274, p. 433-434, May 1990.

KIMAN, Z. B.; YEARGAN, K. V. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. *Annals of the Entomological Society of América*, Lanham, v. 78, n. 4, p. 464-466, July 1985.

LABOURIAN, L. G.; OLIVEIRA, J. G.; SALGADO-LABOURIAN, M. L. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (VELL.) Toledo. I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 237-257, jun. 1961.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 145 p. Thesis (PhD.) – University of Amsterdam, Amsterdam.

MENDES, S. M. **Desenvolvimento em diferentes temperaturas e otimização da criação do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)**. 2004. 136 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; ARGOLO, V. M.; SILVEIRA, L. C. P. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 99-103, jan./mar. 2002.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; SILVEIRA, L. C. P. Efeito da densidade de ninfas de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) no consumo alimentar e aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera, Anthocoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 19-24, jan./mar. 2003.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; KON, L. I.; SILVA, M. P. F. Efeito da temperatura na reprodução de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Livro de Resumos...** Gramado, 2004. p. 239-239.

NIHOUL, P. Controlling glasshouse climate influences the interaction between tomato glandular trichome, spider mite and predatory mite. **Crop Protection**, Oxford, v. 12, n. 6, p. 443-447, Sept. 1993.

PFFANNENSTIEL, R. S.; YEARGAN, K. V. Ovipositional preference and distribution of eggs in selected field and vegetable crops by *Nabis roseipennis* (Hemiptera: Nabidae). **Journal Entomology of Science**, Lanham, v. 33, n. 1, p. 82-89, Jan. 1998.

PRICE, P. W. Ecological aspects of host plant resistance and biological control: Interactions among three trophic levels. In: BOETHEL, D. J.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects**. New York: Jonh Wiley, 1986. p. 11-36.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; MCPHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS A. E. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 41-65, 1980.

RAPUSAS, H. R.; BOTTRELL, D. G.; COLL, M. Intraspecific variations in chemical attraction of rice to insect predators. **Biological Control**, San Diego, v. 6, p. 394-400, 1996.

RIUDAVETS, J.; GABARRA, R.; CASTANE, C. *Frankliniella occidentalis* predation by native natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, Washington, v. 16, p. 137-140, 1993.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: user's guide. V. 8. 0, vol. I. Cary, NC, 2000.

SCOTT BROWN, A. S.; SIMMONDS, M. S. J.; BLANEY, W. M. Influence of species of host plants on the predation of thrips by *Neoseiulus cucumeris*, *Iphiseius degenerans* and *Orius laevigatus* **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 92, n. 3, p. 283-288, Sept. 1999.

SHAH, M. A. The influence of plant surfaces on the searching behavior of coccinelidae larvae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 31, n. 4, p. 377-380, 1982.

SHIELDS, E. J.; WATSON, T. F. Searching behavior of female *Orius tristicolor*. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 73, n. 5, p. 533-535, 1980.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; PIERRE, L. S. R.; MENDES, S. M. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 261-265, 2003.

SOGLIA, M. da C. de M.; BUENO V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 49-54, jan./mar. 2003.

SOGLIA, M. da C. de M.; BUENO V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 211-216, abr./jun. 2002.

STAVRINIDES, M. C.; SKIRVIN, D. J. The effect of chrysanthemum leaf trichomes density and prey spatial distribution on predation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus persimilis* (Acary: Phytoseiidae). **Bulletin of Entomological Research**, Oxford, v. 93, n. 4, p. 343-350, July 2003.

Van LENTEREN, J. C.; LI ZHAO, H.; KAMERMAN, J. W.; RUMEL, X. U. The parasite-host relationship between *Encarsia Formosa* (Hym., Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) XXVI. Leaf hairs reduce the capacity of *Encarsia* to control greenhouse whitefly on cucumber. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 119, n. 8, p. 553-559, Oct. 1995.

WALTER, D. E. Living on leaves: mites, tomenta, and domatia. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 101-114, 1996.