

CONTROLE BIOLÓGICO

Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em Diferentes Densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)

MARCUS V. SAMPAIO¹, VANDA H.P. BUENO¹ E RAQUEL PÉREZ-MALUF²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa postal 37, 37200-000, Lavras, MG.

²Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 45000-000, Vitória da Conquista, BA.

Neotropical Entomology 30(1): 81-87 (2001)

Parasitism of *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) in Different Densities of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)

ABSTRACT - This research aimed to determine the functional response of parasitoid *Aphidius colemani* Viereck, by determining the number of mummies of *Myzus persicae* (Sulzer) formed and its sexual ratio at densities of 20, 40, 60 and 80 2nd - and 3rd - instar nymphs on sweet-pepper leaves, at temperature of 21±1°C. The functional response was also evaluated by calculating the number of attacks of the parasitoid on the host and its search behaviour on leaf discs of sweet-pepper leaves (43mm) in a Petri dish (50mm). The temperature of 23±1°C and the densities of zero, four, eight, 16 and 32 nymphs of *M. persicae* were used. *A. colemani*'s functional response was of type II, not only for number of mummies formed (12.4; 22.7; 33.0 and 31.6) but also for number of attacks (0; 4.1; 6.8; 13.2; and 19.2), with a gradual increase in the number of host density and reaching a plateau. The average sexual ratio was 0.57 and showed no significant influence in host density (P≤0.05). The number of contacts made by parasitoid's antennae onto their hosts (encounters) increased gradually with higher host densities, with an abrupt increase in the highest density (32 hosts), indicating an increase in searching behaviour of the parasitoid. The time of the first visit of *A. colemani* has not varied with the host density. In the presence of hosts it lasted from 1526.9 to 1638.0 seconds; in the absence of host, the parasitoid stayed on the leaf disc for a short time (340.1 seconds).

KEY WORDS: Insecta, biological control, functional response, searching behavior.

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo determinar a resposta funcional do parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, através da determinação do número de múmias de *Myzus persicae* (Sulzer) formadas e da sua razão sexual, nas densidades de 20, 40, 60 e 80 ninfas sobre folhas de pimentão, à temperatura de 21±1°C. Também foi avaliada sua resposta funcional através do número de ataques do parasitóide sobre os hospedeiros e pelo seu comportamento de busca, à temperatura de 23±1°C, nas densidades de zero, quatro, oito, 16 e 32 *M. persicae* sobre discos foliares de pimentão (43mm) em placas de Petri (50 mm). A resposta funcional de *A. colemani* foi do tipo II, tanto para o número de múmias formadas (12,4; 22,7; 33,0 e 31,6), quanto para o número de ataques do parasitóide (0; 4,1; 6,8; 13,2 e 19,2), obtendo-se aumento gradativo do número de hospedeiros aceitos com o aumento da densidade do hospedeiro, até estabilizar-se. A razão sexual foi 0,57 em média, não sofrendo influência significativa da densidade do hospedeiro (P≤0,05). O número de toques com a antena do parasitóide nos hospedeiros (encontros) aumentou gradativamente com o aumento da densidade do hospedeiro, sofrendo um aumento brusco na densidade mais alta (32 hospedeiros), indicando um aumento no comportamento de busca do parasitóide. O tempo da primeira visita de *A. colemani* não variou com a densidade. Quando os hospedeiros estavam presentes, foi de 1526,9 a 1638,0 segundos, porém, na ausência de hospedeiros, o parasitóide permaneceu no disco foliar por tempo menor (340,1 segundos).

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, controle biológico, resposta funcional, comportamento de busca.

O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) é uma espécie cosmopolita, com mais de 500 espécies de plantas hospedeiras, em 50 famílias (Peña-Martínez 1992). Apresenta

grande importância na transmissão de viroses, tendo sido relatado como vetor de mais de 120 doenças de plantas (Blackman & Eastop 1984), e tem desenvolvido resistência

a diversos inseticidas (Furiatti *et al.* 1996).

Dentre os agentes biológicos utilizados no controle de *M. persicae*, encontra-se o parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, que é um endoparasitóide solitário de pulgões, com origem na região entre o Mediterrâneo e a Ásia Central. Desde 1992 esse parasitóide é comercializado para o controle dos pulgões *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover em cultivos protegidos na Europa (Lenteren 1997), e foi utilizado com sucesso na Região Sul do Brasil para o controle dos pulgões do trigo (Gassen & Tambasco 1983). O parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae* é satisfatório em condições de laboratório e não é influenciado pela espécie de hospedeiro onde o parasitóide foi previamente criado, quando comparados parasitóides oriundos de criações de *M. persicae* e *A. gossypii* (Steenis 1993).

Em função da sua densidade, presas e hospedeiros podem ser explorados por predadores e parasitóides em diferentes proporções. Holling (1961) propôs dois termos para descrever a relação entre o parasitóide e a densidade dos hospedeiros: a resposta funcional, relativa ao número de hospedeiros utilizados; e a resposta numérica, relativa à densidade do parasitóide.

Tanto as respostas numérica quanto a funcional são processos importantes nas interações populacionais entre parasitóide e hospedeiro (Lenteren & Bakker 1976). É importante conhecer as adaptações comportamentais dos inimigos naturais em altas e, principalmente, baixas densidades das pragas-alvos, sendo possível retardar ou até mesmo evitar um dano severo utilizando-se estratégias baseadas nas adaptações dos agentes de controle biológico às diferentes densidades das pragas (O'Neil 1990).

Também a razão sexual de um inimigo natural é um fator importante para a sua avaliação como agente de controle biológico, pois é de acordo com o número de fêmeas geradas e do seu período reprodutivo que o seu crescimento populacional é determinado (Brooijmans & Lenteren 1997). A densidade de hospedeiros disponíveis para a fêmea do afidiídeo é um fator que influencia a razão sexual de sua prole (Starý 1988). Após a avaliação de seus hospedeiros, as fêmeas dos afidiídeos determinam se os ovos colocados serão fertilizados, os quais darão origem a fêmeas, ou não fertilizados, os quais originarão machos, e a quantidade e qualidade desses hospedeiros avaliados influencia diretamente na razão sexual do parasitóide (Mackauer *et al.* 1996).

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

Material e Métodos

Criação de Pulgões e Parasitóides. Foram estabelecidas, em laboratório, criações de *M. persicae* e de *A. gossypii*, mantidas em salas climatizadas com temperatura de 25-29°C e fotofase de 12h. A espécie *M. persicae* foi mantida sobre plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e *A. gossypii* sobre plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Nos

experimentos foram utilizadas ninfas de 2° e 3° instares de *M. persicae*.

Os parasitóides *A. colemani* provenientes de múmias de pulgões coletadas em pessegueiro, foram criados e multiplicados em câmaras climáticas com temperatura de 21±1°C, fotofase de 12h e umidade relativa de 70± 10%. Foram utilizados os hospedeiros *M. persicae* em folhas de pimentão e *A. gossypii* em folhas de algodão. Foi adicionado um chumaço de algodão umedecido no pecíolo das folhas, que foram acondicionadas em tubos de vidro (25 cm x 4 cm) com organza em ambas as extremidades para permitir a aeração. Após a sua formação, as múmias foram retiradas das folhas e individualizadas em tubos (100 mm x 8 mm) contendo gotículas de água e uma gota de mel, o que servia de alimento para o parasitóide adulto. As fêmeas utilizadas nos experimentos foram acasaladas logo após a emergência.

Resposta Funcional. A resposta funcional de *A. colemani* em diferentes densidades de *M. persicae* foi avaliada de duas formas.

A primeira foi a avaliação, em câmara climática (utilizando-se as mesmas condições climáticas e metodologia da criação dos parasitóides) em folhas de pimentão contendo o número de pulgões correspondente às diferentes densidades (20, 40, 60 e 80 ninfas de 2° e 3° instares).

Três horas após os pulgões terem sido colocados na folha, uma fêmea do parasitóide, com 24h de vida, sem experiência prévia de oviposição e proveniente do hospedeiro *M. persicae*, foi liberada por tubo e mantida por um período de duas horas. Foram avaliadas dez fêmeas do parasitóide para cada densidade testada. As folhas de pimentão foram trocadas a cada três dias ou quando necessário, até a formação das múmias que, por sua vez, foram observadas até a emergência dos adultos do parasitóide.

Para cada densidade foram avaliados o número de múmias formadas, as porcentagens de parasitismo e de emergência e a razão sexual. As ninfas mortas antes da formação das múmias foram ignoradas nas análises, segundo metodologia utilizada por Steenis (1993), partindo-se da hipótese de que o parasitismo de *A. colemani* não influi na mortalidade natural das ninfas antes da mumificação. Porém quando essa mortalidade ultrapassou 10% do número de insetos inicialmente oferecidos aos parasitóides por densidade, a parcela foi desconsiderada e refeita. Para a porcentagem de emergência foram considerados apenas os adultos do parasitóide que conseguiram emergir por completo das múmias.

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

A segunda forma de avaliar a resposta funcional de *A. colemani*, foi através do número de ataques do parasitóide sobre os hospedeiros, tendo sido realizada em conjunto com a avaliação do comportamento de busca e, cuja metodologia, será detalhada a seguir.

Comportamento de Busca. O comportamento de busca de *A. colemani* por ninfas de 2° e 3° instares de *M. persicae* nas

densidades de 0, 4, 8, 16 e 32 pulgões, foi analisado através de observações sob microscópio estereoscópico, em sala climatizada com temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$. Foi utilizada como arena de forrageamento uma placa de Petri (50mm x 15mm) com uma camada de 5mm de ágar 1% cobrindo todo o seu fundo. Sobre o ágar e no centro da placa, foi colocado um disco foliar de pimentão (43mm) contendo o número de pulgões correspondente à cada densidade. O ágar, aderido à superfície inferior do disco foliar, não permitia que os pulgões se escondessem nesta região, o que dificultaria as observações, além de manter a turgidez da folha.

Foram colocadas nas arenas ninfas de 1º e 2º instares de *M. persicae* sobre os discos foliares, que foram mantidos por um período de 24 a 29h em câmaras climáticas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, para que no momento das observações já se encontrassem no 2º e 3º instares. Uma fêmea do parasitóide com 24h de vida, sem experiência prévia de oviposição e proveniente do hospedeiro *A. gossypii*, foi liberada na arena e observada durante 900 segundos, avaliando-se dez fêmeas por densidade.

Foram avaliados o número de encontros do parasitóide com os hospedeiros (toques com as antenas), o número de provas com o ovipositor (toques curtos com ovipositor), o número de ataques do parasitóide sobre os hospedeiros (aceitação do hospedeiro, visualizada pelos toques longos com o ovipositor) e o tempo de permanência no disco foliar durante a primeira visita, estimado pelo tempo do primeiro abandono do disco após a sua chegada, para o qual foram utilizados 1800 segundos de observação, como tempo máximo para que o parasitóide abandonasse o disco foliar.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Foi feita a análise da variância e, quando significativo a 5% de probabilidade, a análise de regressão. Foi realizada a análise de correlação entre o número de encontros e o número de ataques do parasitóide.

Resultados e Discussão

Resposta Funcional. O número médio de múmias (\pm erro

padrão) de *A. colemani* foi de $12,4 \pm 1,06$; $22,7 \pm 3,20$; $33,0 \pm 3,90$ e $31,6 \pm 2,37$ para as densidades 20, 40, 60 e 80 ninfas de *M. persicae* respectivamente. Esses resultados permitiram o ajuste a um modelo matemático, utilizando-se a análise de regressão para a estimativa da relação entre o número de múmias formadas e a densidade de hospedeiros oferecidos (Fig. 1). De acordo com a classificação proposta por Holling (1959), o tipo de resposta funcional observado para *A. colemani* nas diferentes densidades de *M. persicae*, foi do tipo II, apresentando um aumento gradativo até atingir um patamar.

A resposta funcional do parasitóide *A. colemani* também foi do tipo II quando o parâmetro avaliado foi o número de ataques do parasitóide sobre *M. persicae* (Fig. 2C), confirmando os resultados obtidos através do número de múmias formadas (Fig. 1). Steenis & El-Khawass (1995), utilizando metodologia semelhante, encontraram uma resposta funcional tipo III, sigmóide, para o número de *A. gossypii* atacados por *A. colemani*. É provável que fatores como a preferência influenciem o tipo de resposta funcional apresentada pelos parasitóides (Hassel 1986), podendo um parasitóide apresentar diferentes tipos de resposta funcional dependendo da espécie do hospedeiro avaliado.

Segundo Lenteren & Bakker (1976), somente a resposta do tipo III apresenta uma relação dependente da densidade, pois até determinada densidade (ponto de inflexão da curva) a taxa de parasitismo aumenta com o aumento da densidade do hospedeiro. Desta forma, mesmo que somente até uma certa densidade, a relação parasitóide hospedeiro apresenta características de estabilização.

As porcentagens de emergência e parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae* não sofreram influência significativa da densidade do hospedeiro ($P \leq 0,05$). A porcentagem média de emergência foi de $85,8 \pm 3,55$, e demonstra que o hospedeiro não apresenta barreiras nutricionais ou fisiológicas para o desenvolvimento de *A. colemani*. Quanto à porcentagem média de parasitismo, apesar da amplitude de variação observada ($39,5 \pm 2,97$ na densidade 80 ninfas a $62 \pm 5,28$ na densidade 20 ninfas), não

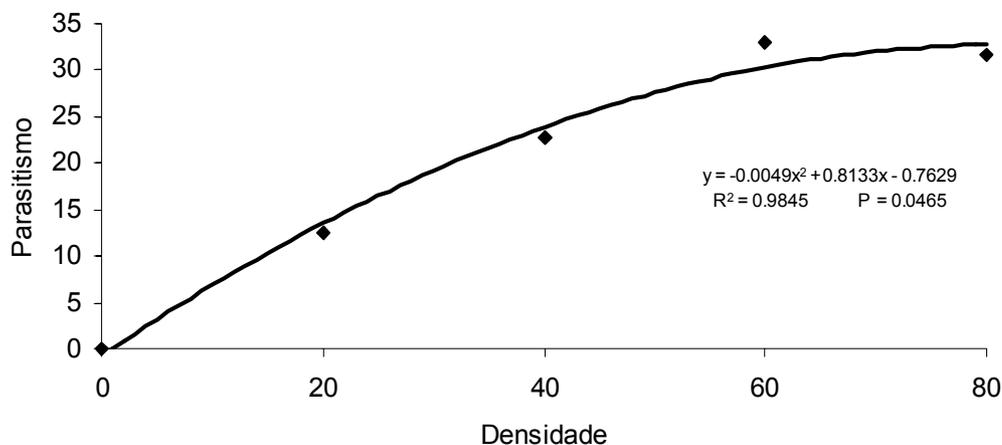


Figura 1. Resposta funcional de *A. colemani* nas densidades de 20, 40, 60 e 80 ninfas de 2º e 3º instares de *M. persicae*.

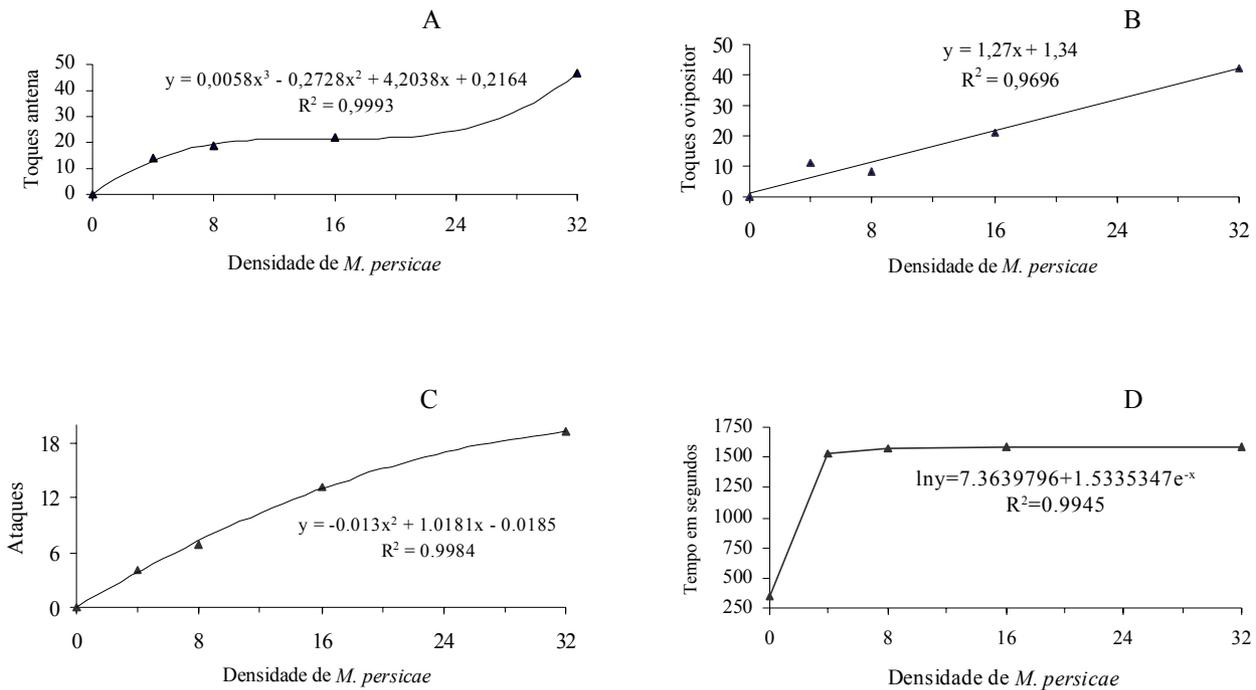


Figura 2. Número de toques e ataques de *A. colemani* e tempo da primeira visita nas densidades de zero, quatro, oito, 16 e 32 ninfas de 2º e 3º instares de *M. persicae*. **A-** toques com a antena (encontros); **B-** toques curtos com o ovipositor (prova com o ovipositor); **C-** ataques (toques longos com o ovipositor); **D-** tempo da primeira visita em segundos.

apresentou diferença significativa, apresentando média geral de $53,3 \pm 6,00$.

Schelt (1994) encontrou 73% de parasitismo para *A. colemani* sobre *M. persicae* utilizando 24h de contato entre o parasitóide e o hospedeiro e a densidade de 25 pulgões para cada fêmea do parasitóide avaliada, observados sobre discos foliares de pimentão como planta hospedeira. Gamarra et al. (1997), no mesmo pulgão sobre plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.), encontraram porcentagens de 50, 60 e 66,88% de parasitismo, para as densidades de 20, 40 e 80 pulgões respectivamente, utilizando quatro fêmeas do parasitóide por planta e o tempo de 72h. Steenis (1993) encontrou 46,67 e 56,67% de parasitismo de *A. colemani* sobre *M. persicae*, para parasitóides criados sobre *M. persicae* e *A. gossypii* respectivamente, utilizando discos foliares de pimentão, duas horas de exposição do hospedeiro e 30 pulgões para cada fêmea de *A. colemani* observada, o que levou o autor a concluir que *A. colemani* é um parasitóide promissor para a utilização no controle biológico de *M. persicae* e que não existe diferença no parasitismo, em função da espécie de hospedeiro em que o parasitóide foi criado. O número de fêmeas do parasitóide, a densidade do hospedeiro e o tempo de exposição ao hospedeiro são fatores primordiais na avaliação do desempenho do parasitóide e, provavelmente, a principal fonte de variação entre os resultados mencionados anteriormente.

A razão sexual de *A. colemani*, estimada pela proporção

de fêmeas geradas, não sofreu influência da densidade do hospedeiro ($P \leq 0,05$) e apresentou média geral de 0,57. A maior proporção de fêmeas é importante para o controle biológico com parasitóides da família Aphididae, já que a fêmea necessita acasalar apenas uma vez e um macho pode acasalar com várias fêmeas (Hagvar & Hofsvang 1991) além da manutenção e aumento da população dos inimigos naturais dependerem do número de fêmeas geradas (Brooijmans & Lenteren 1997).

Bernal et al. (1994), testando a razão sexual de *Diaeretiella rapae* (McIntosh) sobre o pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko), não encontraram diferença significativa até a densidade de 80 hospedeiros, porém para a densidade 160 hospedeiros o número de fêmeas geradas foi maior.

Sinha & Singh (1979), trabalhando com o parasitóide *Trioxys indicus* Subba Rao & Sharma e o hospedeiro *Aphis craccivora* Koch, encontraram maior número de fêmeas com o aumento da densidade do hospedeiro. Porém Bhatt & Singh (1991), usando o mesmo parasitóide e o hospedeiro *A. gossypii* não encontraram diferença significativa para a proporção de fêmeas nas diferentes densidades.

De acordo com as observações de Steenis (1995), a performance do parasitóide *A. colemani* pode ser avaliada em testes simples de laboratório, dada a correspondência com os resultados obtidos em casas-de-vegetação. Assim, os resultados da porcentagem de parasitismo, porcentagem de emergência e razão sexual de *A. colemani* sobre *M. persicae*

obtidos nesse experimento sugerem que *A. colemani* se encontra entre os inimigos naturais com potencial para a utilização no controle biológico do pulgão *M. persicae* fato previamente comprovado por Steenis (1993) e Schelt (1994).

Comportamento de Busca. O número médio (\pm erro padrão) de encontros das ninfas de 2º e 3º instares de *M. persicae* pelo parasitóide *A. colemani* foi, respectivamente de 13,7 \pm 2,04; 18,8 \pm 2,39; 21,7 \pm 2,60 e 46,7 \pm 4,55 para as densidades de quatro, oito, 16 e 32 ninfas (Fig. 2A). Segundo Mackauer *et al.* (1996), o toque com as antenas é a primeira forma de avaliação da qualidade do hospedeiro realizada pelos parasitóides afidiídeos, através de fontes olfativas e gustativas. Foi observado que o número de encontros aumentou com o aumento da densidade do hospedeiro, apresentando um aumento brusco na maior densidade (32 ninfas). Esses resultados sugerem que, na maior densidade testada, o parasitóide apresentou maior mobilidade, fazendo com que sua busca pelo hospedeiro fosse intensificada, aumentando o número de hospedeiros avaliados.

Steenis & El-Khawass (1995), ao observarem *A. colemani* sobre ninfas de 2º instar de *A. gossypii* e Pandey *et al.* (1982) testando o parasitóide *T. indicus* sobre ninfas de 3º instar de *A. craccivora* encontraram resultados semelhantes, com o número de encontros crescente com o aumento da densidade do hospedeiro.

O número médio de provas com ovipositor de *A. colemani* no hospedeiro *M. persicae* foi de 10,9 \pm 2,73; 8,3 \pm 1,68; 21,3 \pm 2,38 e 42,4 \pm 4,54 para as densidades quatro, oito, 16 e 32 ninfas respectivamente (Fig. 2B). A prova com o ovipositor é o último mecanismo utilizado pelos afidiídeos para avaliar a qualidade nutricional do hospedeiro, sendo avaliadas fontes gustativas (Mackauer *et al.* 1996), e através da observação dos resultados nota-se que o número de toques curtos tende a aumentar proporcionalmente ao aumento da densidade do hospedeiro.

O número médio de provas com o ovipositor por hospedeiro foi de 2,7; 1; 1,3 e 1,3 respectivamente para as densidades de quatro, oito, 16 e 32 ninfas. O valor de 2,7 provas na densidade de quatro ninfas e a sua estabilização para aproximadamente uma prova com o ovipositor por hospedeiro de *A. colemani* em *M. persicae* nas densidades de oito, 16 e 32 ninfas, indicam que o parasitóide teve a oportunidade de avaliar todos os hospedeiros e em todas as densidades no período de tempo observado.

O número médio de ataques do parasitóide *A. colemani* sobre os hospedeiros *M. persicae* foi de 4,1 \pm 0,41; 6,8 \pm 0,68; 13,2 \pm 1,06 e 19,2 \pm 2,12 para as densidades quatro, oito, 16 e 32 ninfas respectivamente (Figura 2C). Através da observação desses resultados nota-se que todos os hospedeiros foram atacados pelo menos uma vez na densidade de quatro ninfas, e que essa proporção no número de hospedeiros atacados foi diminuindo com o aumento da densidade de *M. persicae* para 85% na densidade de oito ninfas, 82% na densidade de 16 e 60% na densidade de 32 ninfas.

A correlação entre o número de encontros e o de ataques do parasitóide foi positiva e significativa ($R=0,86$, $P=0,0001$). O aumento no número de encontros foi pequeno nas menores densidades do hospedeiro, apesar da densidade de *M.*

persicae ter sido dobrada, apresentando aumento brusco na densidade de 32 ninfas (Fig. 2A). O mesmo não ocorreu com o número de ataques, que apresentou maiores aumentos nas densidades mais baixas e aumento mais suave na maior densidade (32 ninfas) (Figura 2C). O aumento brusco no número de encontros, seguido de pequeno aumento no número de ataques, sugere que o parasitóide apresentou maior mobilidade na densidade mais alta do hospedeiro, aumentando a sua busca. Essa maior busca, porém, não é totalmente convertida em parasitismo, visto que o número de ataques do parasitóide não aumentou na mesma proporção do número de encontros, o que demonstra maior seleção quando o número de hospedeiros oferecidos foi maior.

O tempo da primeira visita de *A. colemani*, respectivamente para as densidades de zero, quatro, oito, 16 e 32 ninfas, foi de 340,1 \pm 87,36; 1539,7 \pm 185,59; 1557,2 \pm 183,09; 1526,9 \pm 174,75 e 1638,0 \pm 129,30 segundos (Fig. 2D). Os resultados mostraram que quando *A. colemani* não encontrou hospedeiros no disco foliar, ou seja na densidade 0 (zero) ninfa, ele o abandonou, o que tornou clara a recusa do parasitóide em permanecer no local onde não se encontravam seus hospedeiros. Porém, quando havia algum hospedeiro, independente da densidade encontrada, o tempo médio de permanência no disco foliar foi constante (Fig. 2D).

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

De acordo com Steenis & El-Khawass (1995) o tempo da primeira visita de *A. colemani* sobre *A. gossypii* aumenta com o aumento da população do hospedeiro. Na densidade zero, o parasitóide permanecia em média 22,6 segundos, tempo significativamente menor do que a média das densidades mais baixas (um, dois, quatro, seis, oito e 10 hospedeiros) quando permanecia por 63,9 segundos, sendo observada a capacidade de *A. colemani* em distinguir entre a presença e a ausência de hospedeiros no sítio de forrageamento.

O tipo de resposta funcional do parasitóide *A. colemani* foi característica do tipo II, independente da metodologia utilizada. Apesar de esse tipo de resposta não apresentar características de estabilização populacional, o parasitóide apresentou, principalmente em baixas densidades, um parasitismo alto o qual, associado à sua persistência na busca e ao menor tempo de permanência na área de forrageamento na ausência de hospedeiros, indicam o seu potencial para o controle de *M. persicae* em infestações iniciais do pulgão.

Quando comparados o aumento da busca e o do

parasitismo, percebe-se que o parasitóide seleciona mais os hospedeiros quando apresenta maior quantidade de opções. O número de encontros e provas com o ovipositor permitiu verificar que *A. colemani* teve tempo suficiente para avaliar todos os hospedeiros nas diferentes densidades e atacá-los em função de suas qualidades nutricionais, fisiológicas e da densidade oferecida. O parasitóide atacou os hospedeiros em proporção crescente ao aumento da densidade e permaneceu no disco foliar por mesmo tempo em todas as densidades onde os hospedeiros estavam presentes, o que sugere que o parasitóide *A. colemani* apresenta mecanismo de marcação dos hospedeiros parasitados, o que evita o superparasitismo, pois caso contrário teria atacado maior número de vezes os hospedeiros nas menores densidades. Foi possível perceber que o parasitóide faz distinção entre sítios infestados e não infestados pelo hospedeiro, abandonando os locais onde não encontra hospedeiros.

Agradecimentos

À Dra. Rebeca Peña-Martinez da Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Mexico pela identificação dos afídeos. Ao Dr. Marcelo T. Tavares do Centro Universitário de Araraquara pela confirmação da identificação do parasitóide. Ao Dr. Joop C. van Lenteren da University of Wageningen, Holanda pelas valiosas sugestões. À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo para o primeiro autor e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico) pelas bolsas de estudo para o segundo e terceiro autores.

Literatura Citada

- Bernal, J.S., T.S. Bellows & D. González. 1994.** Functional response of *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hym., Aphidiidae) to *Diuraphis noxia* (Mordwilko) (Hom., Aphididae) hosts. *J. Appl. Entomol.* 118: 300-309.
- Bhatt, N. & R. Singh. 1991.** Bionomics of an aphidiid parasitoid *Trioxys indicus* Subba Rao & Sharma (Hym., Aphidiidae). *J. Appl. Entomol.* 111: 263-269.
- Blackman, R.L. & V.P. Eastop. 1984.** Aphids on the world's crops: an identification guide. Chichester, Wiley, 466p.
- Brooijmans, C. & J.C. van Lenteren. 1997.** Origins and population dynamics of pests, diseases and weeds, p. 1-16. In J.C. van Lenteren (ed.), *Integrated pest management in protected cultivation*. Wageningen, Agricultural University Wageningen, 339p.
- Furiatti, R.S., S.M.N. Lázari & A.M.R. Almeida. 1996.** Técnica para a detecção de carboxylase em *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 25: 151-152.
- Gamarra, D.C., V.H.P. Bueno & A.M. Auad. 1997.** Efecto de los tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* en el parasitismo de *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) sobre *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Vedalia* 4: 21-23.
- Gassen, D.N. & F.J. Tambasco. 1983.** Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. *Inf. Agropec.* 9: 49-51.
- Hagvar, E.B. & T. Hofsvang. 1991.** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. *Biocontrol News & Info.* 12: 13-41.
- Hassel, M.P. 1986.** Parasitoids and population regulation, p.23-54. In J. Waage & D. Greathead (eds.), *Insect parasitoids*. London, Academic, 389p.
- Hassel, M.P., J.H. Lawton & J.R. Beddington. 1977.** Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. *J. Anim. Ecol.* 46: 249-262.
- Holling, C.S. 1961.** Principles of insect predation. *Annu. Rev. Entomol.* 6: 163-182.
- Lenteren, J.C. van. 1997.** Biological control. In J.C. van Lenteren, (ed.), *Integrated pest management in protected cultivation*. Wageningen, Agricultural University Wageningen, 339p.
- Lenteren, J.C. van & K. Bakker. 1976.** Functional responses in invertebrates. *Net. J. Zool.* 26: 567-572.
- Mackauer, M., J.P. Michaud & W. Völkl. 1996.** Host choice by aphidiid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. *Can. Entomol.* 128: 959-980.
- O'Neil, R.J. 1990.** Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems, p.83-96. In Baker, R.R. & P.E. Dunn (eds.), *New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases*. New York, Wiley, 862p.
- Pandey, R.K., R. Singh, A. Kumar, C.P.M. Tripathi & T.B. Sinha. 1982.** Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* an aphidiid parasitoid of *Aphis craccivora*. *Z. Ang. Entomol.* 93:164-175.
- Peña-Martínez, R. 1992.** Identificación de afidos de importancia agrícola. In M.C. Urias, M.R. Rodrigues & A.T. Alejandro (eds.), *Afidos como vectores de virus en México*. México, Centro de Fitopatología, 135p.
- Schelt, J. van. 1994.** The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouses. *Exp. Appl. Entomol.* 5: 151-155.
- Sinha, T.B. & R. Singh, 1979.** Studies on the bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* [Hym.: Aphidiidae]: effect

of population densities on sex ratio. Entomophaga 24: 289-294.

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

Steenis, M.J. van. 1993. Suitability of *Aphis gossypii* Glov., *Macrosiphum euphorbiae* (Thom.) and *Myzus persicae* Sulz. (Hom.: Aphididae) as host for several aphid parasitoid species (Hym.: Braconidae). Bull. IOBC/WPRS 26: 157-160.

Steenis, M.J. van. 1995. Evaluation of four aphidiine parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. Entomol. Exp. Appl. 75: 151-157.

Steenis, M.J. van & K.A.M.H. El-Khawass. 1995. Behaviour of *Aphidius colemani* searching for *Aphis gossypii*: functional response and reaction to previously searched aphid colonies. Biocontrol. Sci. Technol. 5: 339-347.

Recebido em 17/12/99. Aceito em 12/12/2000.
