

Cesar

GILVÂNIA FERREIRA VIEIRA

RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE *Scymnus (Pullus)*
argentinicus (Weise, 1906) (Coleoptera : Coccinellidae) A DIFERENTES
DENSIDADES DO PULGÃO VERDE *Schizaphis graminum*
(Rondani, 1852) (Homoptera : Aphididae)

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

Orientadora

VANDA HELENA PAES BUENO

LAVRAS MINAS GERAIS BRASIL

1995

GILVÂNIA FERREIRA VIEIRA

**RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE *Scymnus (Pullus)*
argentinicus (Weise, 1906) (Coleoptera : Coccinellidae) A DIFERENTES
DENSIDADES DO PULGÃO VERDE *Schizaphis graminum*
(Rondani, 1852) (Homoptera : Aphididae)**

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

Orientadora

VANDA HELENA PAES BUENO

LAVRAS MINAS GERAIS BRASIL

1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Vieira, Gilvânia Ferreira

Resposta funcional e numérica de Scymnus (Pullus) argentinicus (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde Schizaphis graminum (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). / Gilvânia Ferreira Vieira. -- Lavras : UFLA, 1995.

66p. : il.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Pulgão verde - Controle biológico. 2. Praga agrícola. 3. Scymnus (Pullus) argentinicus.
4. Coccinélideo. 5. Inseto predador. 6. Inseto para controle biológico. 7. Entomologia agrícola.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.752

CDD-595.76

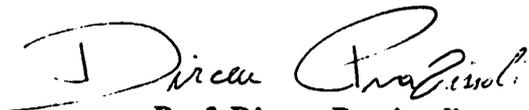
CDD-632.96

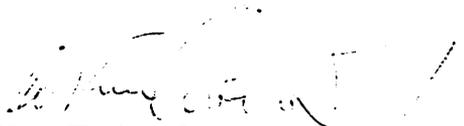
GILVÂNIA FERREIRA VIEIRA

**RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE *Scymnus (Pullus)*
argentinicus (Weise, 1906) (Coleoptera : Coccinellidae) A
DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO VERDE *Schizaphis*
graminum (Rondani, 1852) (Homoptera : Aphididae)**

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

APROVADA em 18 de agosto de 1995


Prof. Dirceu Pratissoli


Prof. César Freire Carvalho


Profa. Vanda Helena Paes Bueno
Orientadora

**Aos meus pais, Martaisa e Gerson, aos
meus irmãos e sobrinhos,**

OFEREÇO

À Luíz Fernando Rosa Redígolo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Vanda Helena Paes Bueno, pela orientação.

Ao professor Dirceu Pratissoli, pelo encaminhamento, conselhos e amizade.

Ao professor e pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, José Magid Waquil, pelo fornecimento de pulgões utilizados para criação de manutenção no Laboratório de Biologia de Insetos da UFLA.

Ao Dr. Robert D. Gordon, do “Systematic Entomology Laboratory” PSI _USDA, Beltsville, Maryland, USA, pela identificação do predador *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae).

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitossanidade da UFLA, em especial Nazaré Vitorino, Lisiane de Oliveira Orlandi, Maria de Lourdes Oliveira Silva, Eloísa Leite e Eliane Mesquita, pela atenção e amizade.

Aos colegas de pós-graduação Valéria Faleiro, Sônia Arias, Zilá Ribeiro, Daniel Gamarra, em especial Leonardo Gianasi e Gilma Chitarra, e aos demais colegas pelo convívio.

À amiga Hebe e ao grande amigo Vô Elias.

A todos aqueles que direta e indiretamente participaram da realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO GERAL	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO GERAL	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Predação e ocorrência de espécies do gênero <i>Scymnus</i>	7
2.2 Resposta funcional e numérica de predadores	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
3 RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> (WEISE, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) A DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO VERDE <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae)	25
RESUMO	25
SUMMARY	26
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.2.1 Criação do pulgão verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae)	28

A. Criação de manutenção	28
B. Criação de manuseio	29
3.2.2 Criação de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae)	29
3.2.3 Resposta funcional	30
3.2.4 Tempos de busca e de manuseio da presa pelo predador	31
3.2.5 Análise estatística	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.4 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
4 RESPOSTA NUMÉRICA DE <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) A DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO VERDE <i>Schizaphis graminum</i> (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae)	43
RESUMO	43
SUMMARY	44
4.1 INTRODUÇÃO	45
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	46
4.2.1 Criação do pulgão verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae)	46
A. Criação de manutenção	46
B. Criação de manuseio	46
4.2.2 Criação de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae)	47
4.2.3 Resposta numérica	47
4.2.4 Análise estatística	48
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.4 CONCLUSÕES	54

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	57

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página	
1	<p>Predação total de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i> em diferentes densidades, por larvas de 1^o, 2^o, 3^o e 4^o ínstaes de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	32
2	<p>Número médio de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i> em diferentes densidades, predadas por larvas e adultos de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	33
3	<p>Tempo de busca (TB) e tempo de manuseio (TM) das ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i> em diferentes densidades, pelas larvas de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	36
4	<p>Tempo de busca e tempo de manuseio de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i> em diferentes densidades, por adultos de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	37
5	<p>Predação, fecundidade, viabilidade dos ovos e período embrionário de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	49
6	<p>Duração das fases de ovo, larva, pupa e ciclo biológico de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de <i>Schizaphis graminum</i>. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.</p>	52

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Predação de ninfas de 3 ^o e 4 ^o ínstars de <i>Schizaphis graminum</i> em diferentes densidades, por larvas e adultos de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> . Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.	34
2	Resposta funcional de larvas (A) e adultos (B) de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em diferentes densidades de ninfas de 3 ^o e 4 ^o ínstars de <i>Schizaphis graminum</i> . Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.	38
3	Resposta funcional de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em diferentes densidades de ninfas de 3 ^o e 4 ^o ínstars de <i>Schizaphis graminum</i> . Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.	39
4	Capacidade de predação (A), fecundidade (B), viabilidade dos ovos (C) e período embrionário em dias (D) de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em diferentes densidades de ninfas de 3 ^o e 4 ^o ínstars de <i>Schizaphis graminum</i> . Temperatura 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.	50
5	Período embrionário, período larval, período pupal e ciclo biológico de <i>Scymnus (Pullus) argentinicus</i> em densidades de ninfas de 3 ^o e 4 ^o ínstars de <i>Schizaphis graminum</i> . Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.	53

RESUMO

VIEIRA, Gilvânia Ferreira. **RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE *Scymnus (Pullus) argentinicus* (WEISE, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) A DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO VERDE *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae).** Lavras: UFLA, 1995. 67p. (Dissertação Mestrado em Fitossanidade).

Essa pesquisa teve por objetivo avaliar a resposta funcional e numérica do predador *Scymnus (Pullus) argentinicus* a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum*. Dentro da resposta funcional foram avaliados também o tempo de busca e o tempo de manuseio das presas pelo predador em fatorial 3 x 5, nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas de 3^o e 4^o ínstaes do pulgão e nos 1^o, 2^o, 3^o e 4^o ínstaes e adulto do predador, em 10 repetições. Para a resposta numérica foram avaliados a predação, fecundidade (número de ovos/fêmea/dia), período embrionário, viabilidade dos ovos e ciclo biológico de *S. (Pullus) argentinicus* em fatorial 5 x 5, em 5 densidades, 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas de 3^o e 4^o ínstaes do pulgão e 5 fêmeas do predador, em 5 repetições. As observações foram realizadas no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Lavras. As parcelas experimentais foram mantidas em câmara climatizada com temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas. Houve influência da densidade do pulgão em todas as variáveis estudadas. Para a resposta funcional tanto para larvas como para adultos de *S. (Pullus) argentinicus*, a

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno

Membros da banca: Dirceu Pratisoli e César

Freire de Carvalho.

quantidade de ninfas predadas aumentou com o incremento da densidade da presa até atingir um platô (Resposta funcional Tipo II de Holling, 1959). A taxa de busca aumenta gradualmente com a idade do predador, enquanto que o tempo de manuseio decresce com a idade. A capacidade de busca decresce com o aumento da densidade da presa, uma vez que as possibilidades do predador encontrar a presa mais rapidamente aumenta. Na resposta numérica, a taxa de predação da fêmea influenciou na oviposição (4,7; 4,4; 4,9; 5,7; 5,9) e o número de larvas eclodidas (2,5; 2,6; 2,3; 3,2; 3,5). A fase pupal foi a que mais influenciou na redução do período de desenvolvimento do predador. O período embrionário diminuiu com o aumento da disponibilidade de presa para as fêmeas de *S. (Pullus) argentinicus*.

SUMMARY

FUNCTIONAL AND NUMERICAL RESPONSE OF *Scymnus (Pullus) argentinicus* (WEISE, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) AT DIFFERENT DENSITIES OF GREENBUG *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae).

This research had as objective to study the functional and numerical responses of predator *Scymnus (Pullus) argentinicus* at different densities of greenbug *Schizaphis graminum*. To functional response were estimated also the search time and handling time by predator in factorial 3 x 5 in densities of 10 25 e 35 nymphs of 3th and 4th instars of aphid and in 1th, 2th, 3th and 4th instars and adult predator in 10 repetitions. To numerical response were estimated the predation, fecundity (eggs number/ female/ day) embrionary period, eggs viability and biological cicle of predator in factorial 5 x 5 in 5 densities (10,20, 25,30 and 35 nymphs) of 3th and 4th instars of greenbug and 5 predator females, in 5 repetitions. The tests were carried out in Insect Biology Laboratory of the Plant Protection Department at Federal University of Lavras. The tests material were kept in climatic camera with $25 \pm 1^{\circ}$ C temperature 70 ± 10 % humitidy and 14 hours photophase. The tests showed influence of aphid densities in all parameters studied. The functional response of larval and adult of *Scymnus (Pullus) argentinicus* showed that the amount predated nymphs increased with the increment of aphid densities until reach a plateau (Functional Response Holling's type II, 1959). The time search increased gradually with the age of predator while the handling time decrease with the age. The ability of search decrease with the increment of the density of the capture once that the possibilits of predator find the prey increase. In the numerical response, predation rate of female influencied the eggs number (4.7; 4.4; 4.1; 5.7; 5.9) and the larvae number heacted (2.5; 2.6; 2.3; 3.2; 3.5). The pupal phase was that more

influenced in reduction of development period. The egg embryonic period decreased with the increase of the preys to females of *S. (Pullus) argentinicus*.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Controle biológico são as interações que ocorrem com os seres vivos, em que um organismo alimenta-se de outro, regulando seu crescimento e mantendo o equilíbrio da natureza. Dessa forma, existe o controle biológico natural, sem intervenções do homem e o controle biológico aplicado, que engloba a introdução e manipulação de inimigos naturais pelo homem, para o controle de pragas (Gallo et al., 1988).

Os agentes de controle biológico são formados pelos predadores, parasitóides e patógenos. De acordo com Bueno (1982), a maior parte da pesquisa, já feita sobre insetos entomófagos, tem sido dirigida aos parasitóides. Porém, o impacto de predadores em comunidades naturais e em plantas cultivadas, vem recebendo muita atenção nos últimos anos por parte dos pesquisadores. Holling (1959) citou que a predação é um ato complexo, afetado por fatores básicos, como as densidades da presa e do predador, e por fatores secundários, envolvendo as características do ambiente, da presa e do predador.

O pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) é comumente conhecido como pulgão verde, ocorrendo em culturas como trigo e sorgo. No sorgo, ocorre, desde a fase de plântulas até a maturação dos grãos, e tanto os adultos como as ninfas sugam seiva das folhas introduzindo toxinas que provocam bronzeamento, bem como a morte da área afetada. De acordo com Waquil, Cruz e Viana (1986), a extensão dos danos causados pelo pulgão verde às plantas depende da população de insetos, tamanho das plantas, estágio de desenvolvimento, vigor, condições de umidade do solo e eficiência dos inimigos naturais.

A eficiência dos inimigos naturais no controle de insetos vai depender da necessidade de uma quantidade de alimento, para se manterem, e quantidades maiores para crescerem e reproduzirem-se. Solomon (1969) descreve que um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento do consumo, uma vez que as oportunidades de encontro para ataque da presa serão maiores com o tempo, sendo esta, a resposta funcional. Esse tipo de resposta é limitada pela própria saciação do predador, e segundo o autor, uma população de predadores saciada por uma grande disponibilidade de presas terá, maiores chances de sobreviver e de se reproduzir com sucesso, resultando em um aumento populacional, o que corresponderá à resposta numérica do predador.

Dentre os predadores *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) é conhecida por apresentar uma variabilidade na escolha de presas, fato comum nesse gênero (Naranjo, Gibson e Walgenbach, 1990). Esses coccinelídeos são predadores tanto na fase larval como na fase adulta, podendo apresentar consumo na fase larval, de até 156 ninfas do pulgão *Schizaphis graminum* em laboratório (Santos, 1992).

O presente trabalho teve por objetivos:

1. Estudar a resposta funcional do 1^o, 2^o, 3^o e 4^o ínstars e do adulto de *S. (Pullus) argentinicus*, nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas de 3^o e 4^o ínstars da presa *S. graminum*, no intervalo de 24 horas.
2. Estudar a resposta numérica do adulto de *S. (Pullus) argentinicus*, nas densidades de 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas de 3^o e 4^o ínstars da presa *S. graminum*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Predação e ocorrência de espécies do gênero *Scymnus* .

De acordo com Hagen e Van Den Bosch (1968), a maioria dos predadores, incluindo os coccinelídeos, abandonam a cultura da couve quando as populações de pulgões declinam, mas as larvas e adultos de *S. marginicollis* (Coleoptera: Coccinellidae) permanecem sobre plantas de beterraba, mesmo quando a densidade de *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae) declina para menos de 1 pulgão por planta.

De acordo com Transfaglia e Viggiani (1972), *S. (Nephus) includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae) é um importante predador de ovos e ninfas de *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae) na Itália.

Tawfik, Abul-Nars e Saad (1973) avaliando o consumo alimentar de *S. interruptus* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae), sobre o pulgão *Aphis punicae* Koch (Homoptera: Aphididae), a 15,5 e 21,8 °C, concluíram que o número total de afídeos consumidos durante cada instar não diferiu significativamente sobre as duas condições térmicas testadas. Entretanto, houve diferença no consumo médio diário.

Romero, Cueva e Ojeda (1974) mencionaram que nos quatro sucessivos instares de *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), o consumo médio foi de 7,5; 8,6; 10,4 e 24,9 pulgões *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae).

Veiga et al. (1975) através de levantamentos de inimigos naturais das pragas de plantas nativas e cultivadas em Pernambuco, citaram a ocorrência de *Scymnus* sp. predando

as cochonilhas *Dysmicoccus brevipes* Ckll (Homoptera: Pseudococcidae) e *Pseudococcus* sp. (Homoptera: Pseudococcidae) em abacaxizeiro, algodoeiro, bananeira e coqueiro.

Bartoszeck (1975) citou *Scymnus* spp. como predador do afídeo da macieira *Aphis spiracola* Glover (Homoptera: Aphididae) no Paraná. O mesmo autor (1976) encontrou *Scymnus* spp. em ameixeira e pessegueiro predando o pulgão *Brachycaudus schwartzi* (Homoptera: Aphididae)

Gravena (1979) estudando a dinâmica populacional do pulgão verde, *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae), em Jaboticabal (SP), encontrou dentre as espécies predadoras mais abundantes, o coccinelídeo *Scymnus* spp.

Scymnus spp. é citado por Gassen e Tambasco (1983) como sendo as espécies de coccinelídeos nativas e predadoras de pulgões do trigo em Passo Fundo, RS.

Chagas e Silveira Neto (1985) em levantamentos efetuados em pomares cítricos, na região de Piracicaba, SP, verificaram que o coccinelídeo *Scymnus* sp. foi constante e muito abundante, sendo correlacionado provavelmente à ocorrência de afídeos.

Arioli e Link (1987) efetuaram um levantamento dos coccinelídeos com suas presas e plantas hospedeiras na região de Santa Maria, RS. A espécie *S. (Pullus) lowei* foi encontrada em altas populações no caruru e na aboboreira predando o afídeo *A. gossypii*; *Scymnus (Pullus)* sp. foi também observado em soja e girassol, associado a afídeos e postura de cigarrinhas dos gêneros *Agallia* (Homoptera: Aphididae) e *Empoasca* (Homoptera: Cicadellidae); e em citros, foi encontrado com os afídeos *A. gossypii* e *Toxoptera citricidus* Kirk (Homoptera: Aphididae) e, em cana-de-açúcar com o pulgão verde *S. graminum*.

Rice e Wilde (1988) avaliaram nos EUA a eficiência de predadores e parasitóides como agentes de controle biológico do pulgão *Schizaphis graminum* em trigo e sorgo. Os coccinelídeos *Coleomegilla maculata lengi* De Gerr, *Hippodamia convergens* e *Scymnus* spp., foram os afidófagos mais abundantes compreendendo 89 % da população de predadores.

De acordo com Sousa (1990), em Lavras, MG, os predadores mais constantes, associados com *Brevicorine brassicae* Linnaeus (Homoptera: Aphididae), em couve, foram *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) e *S. (Pullus)* sp.

Chaves (1991) realizando amostragens em fruteiras, verificou a ocorrência de *Scymnus (Pullus)* sp., predando *Brachycaudus schwartzi* Börner (Homoptera: Aphididae) em pessegueiro, e três espécies diferentes de *S. (Pullus)* sp., em castanheira, predando o pulgão *Lachnus tropicalis* (Homoptera: Aphididae). O autor estudando a relação predador/presa entre as espécies de Coccinellidae e *Aphis citricola* (Homoptera: Aphididae) observou que *S. (Pullus)* sp. apresentou flutuação populacional bastante próxima à da presa.

McNamara (1992) relatou a ocorrência de *S. (Pullus) suturalis* em Quebec, Canadá e alguns dados de distribuição desse inseto.

Nunez-Perez et al. (1992) determinaram em Leon, Espanha no período de 1988 a 1990, as espécies de coccinelídeos predando afídeos que atacavam várias culturas de importância econômica. Um total de 16 espécies desses predadores foram relatadas como pertencentes aos gêneros *Adalia*, *Adonia (Hippodamia)*, *Anatis*, *Coccinella*, *Chilocorus*, *Myrrha*, *Oenopia*, *Propylea*, *Scymnus* e *Stethorus*.

2.2 Resposta funcional e numérica de predadores

Segundo Holling (1959) a resposta funcional dos predadores pode ser classificada em três categorias: **Tipo I**, onde há um aumento linear, até um máximo, no número de presas ingeridas pelo predador à medida que a densidade da presa aumenta (Figura 1a); **Tipo II**, onde a resposta aumenta gradativamente em direção a um valor máximo (Figura

1b) e **Tipo III** , onde a resposta é sigmóide e aproximando-se de uma assíntota superior (Figura 1c). A resposta tipo II é geralmente associada aos predadores invertebrados; a resposta tipo III é considerada mais característica de predadores vertebrados que podem aprender a “se concentrar” em uma presa à medida em que ela se torna abundante. Segundo Trexler, McCulloch e Travis (1988), quando o número de presas mortas é colocado em um gráfico em relação ao número de presas disponíveis, podem surgir curvas padrão, as quais podem representar uma relação linear crescente (Tipo I), uma curva decrescente (Tipo II) ou uma relação sigmóide (Tipo III).

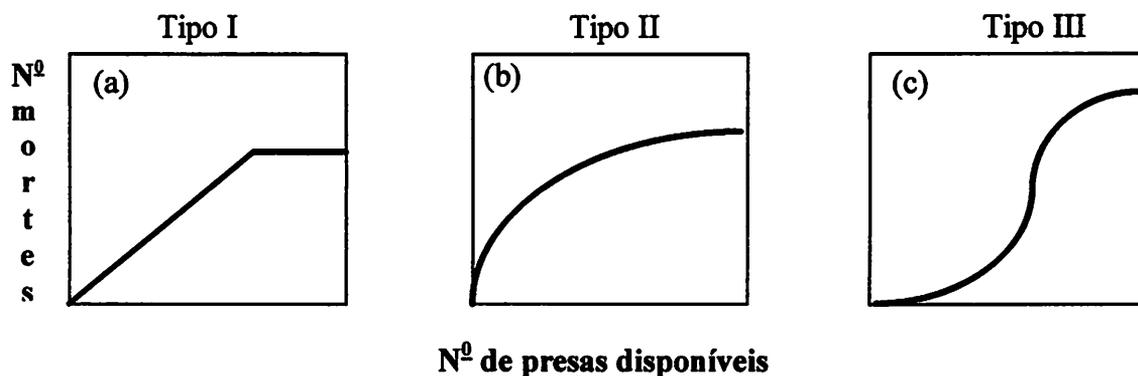


Figura 1. Tipos de resposta funcional proposto por Holling, 1959. (Fonte: Luck, 1985).

De acordo com Hodek (1967), o consumo de alimentos pelos coccinélídeos parece estar correlacionado positivamente com a densidade populacional da presa e com a temperatura. O aumento na taxa de desenvolvimento, acompanhado pelo aumento na temperatura, resulta em maior taxa de consumo alimentar diário por estes predadores.

Segundo Tostowaryk (1972), os componentes básicos que governam a resposta funcional são: a) duração do tempo em que o predador e a presa ficam expostos um ao

outro; b) taxa de busca bem sucedida e c) tempo de manuseio. Outros componentes, tais como fome, inibição pela presa e aprendizagem pelos predadores são considerados secundários, embora muito importantes, porque eles podem influenciar no modelo de resposta através de seus componentes básicos.

Hodek (1973) descreveu que a primeira cópula dos coccinelídeos ocorre poucos dias após a emergência, e, é usualmente repetida diversas vezes durante a vida adulta, sendo igual para muitas espécies. Uma cópula é geralmente descrita como suficiente para a permanente fertilidade da fêmea. Porém, o autor questiona esta suposição, pois para *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) a morte de machos está correlacionada com o decréscimo da viabilidade dos ovos, e, a cópula tem um efeito estimulador no número de ovos desses coccinelídeos. Um número máximo de ovos é obtido por estes coccinelídeos na primeira cópula, logo após, a oviposição decresce, aumentando imediatamente após cada cópula.

Murdoch e Marks (1973) pesquisaram a variação na taxa de predação de *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) em relação aos pulgões, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) e *A. fabae* Kock (Homoptera: Aphididae). Foi verificado que essa espécie de coccinelídeo atacou as duas espécies de presas em proporção direta a sua abundância; não houve efeito de adaptação do predador sobre as dietas e a predação em cada espécie foi independente da densidade. Este modelo simples contrasta com os resultados de experimentos anteriores dos mesmos autores sobre predação, no qual a variabilidade entre predadores e um forte efeito de adaptação, produz mudança no comportamento desses predadores.

García (1974) estudando em laboratório a biologia e predação de *Scymnus* sp. sobre *A. gossypii* (Homoptera: Aphididae), demonstrou que o total de ninfas e adultos deste afídeo consumidos durante a fase larval do predador variou de 30,82 a 66,13 e 32,04 a 37,56 respectivamente, sendo que no estágio adulto este consumo variou de 350 a 820 ninfas e 433,65 a 966,40 pulgões adultos.

Garcia, Zapata e Bel (1975) determinaram as respostas funcional e numérica de *Scymnus* sp. às densidades de 5, 10 e 20 ninfas e adultos de *A. gossypii*. Os autores demonstraram que, aumentando a densidade do pulgão, o predador aumenta sua capacidade de predação, obtendo-se assim uma resposta funcional em forma de ascensão linear até um patamar, e isto por sua vez, produz uma resposta numérica direta uma vez que incide na redução do seu ciclo biológico e no aumento da fecundidade.

Hagen (1976) observou que os insetos predadores são agentes eficazes no controle de artrópodos, atuando diretamente sobre os mesmos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa.

De acordo com os resultados obtidos por Hassel (1978), o fator que tem a maior influência sobre a resposta numérica do predador é a sua fecundidade. Com o aumento da densidade da presa, a fecundidade aumenta mas, vai diminuindo de intensidade até atingir uma assíntota.

O efeito da temperatura sobre parâmetros padrão da resposta funcional de naiádes de *Ischnura elegans* (Odonata: Agrionidae) sobre *Daphnia magna* (Crustácea: Cladóceras) foi investigado por Thompson (1978) em laboratório. O coeficiente de ataque, " a ", aumentou de forma sigmóide com a temperatura enquanto que o tempo de manuseio, " t_h ", declinou logaritmicamente quando as temperaturas variaram de 5 a 16 °C, e após este período permaneceu constante.

Para Wright e Lang (1980) as respostas numéricas são influenciadas pelas taxas de nascimento, sobrevivência e pela dispersão das fases móveis de um predador de uma área de baixa densidade da presa para uma área de alta densidade. Esta atração de presas pode ocorrer devido à agregação ou às características de um ambiente favoravelmente típico a presa. Esses mesmos autores mostraram que as populações dos coccinelídeos *Coleomegilla maculata lengi* De gerr e *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* Germar responderam rapidamente às populações do afideo da folha do milho, *Rhopalosiphum maidis* Sasaki

(Homoptera: Aphididae) devido sua exposição à predação, sobre a panícula. Entretanto, *C. maculata lengi* ovipositou mais em baixas densidades de afídeos que *H. tredecimpunctata tibialis*, mas esta mostrou ter maior resposta numérica que *C. maculata lengi* em altas densidades de afídeos, devido a sua maior fecundidade.

De acordo com Luck (1985) a maior parte dos predadores utilizam várias espécies de presas, podendo limitar o crescimento desta população, se eles mudam de uma espécie de presa para outra. A mudança implica em que a proporção de presas predadas muda mais do que o esperado à medida que a densidade da primeira espécie de presa muda de menor para maior do que a densidade da segunda espécie. Se duas espécies de presas estão presentes nas densidades 1 e 2, a resposta mais simples que se poderia esperar é que o predador prede-as na proporção de suas abundâncias. Mas, as duas espécies de presas podem não ser consumidas nessa proporção, pois uma espécie pode ser mais facilmente vista ou subjulgada, podendo isto ser definido como preferência por presa.

McCaffrey e Horsburgh (1986) estudando a resposta funcional de *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthocoridae) a 18,3; 23,9; 29,4 e 35,0 °C, com densidades de presas variando de 5 a 80 ácaros *Panonychus ulmi* Kock (Acari: Tetranychidae) por gaiola, observaram que o aumento da temperatura resultou em um aumento da alimentação nas maiores densidades de presas.

Saucedo-Gonzales e Reyes-Villanueva (1987) trabalhando com o percevejo *O. insidiosus* sobre o trips *Caliothrips phaseoli* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae) concluíram que em ambos os sexos, o máximo de predação foi observado na densidade de 30 presas por indivíduo. A este nível, a média de consumo foi de 12,20 e 19,18 trips por macho e fêmea respectivamente. A média de predação ocorreu a intervalos de 3 horas em um ciclo de 24 horas, em função do sexo, da taxa inicial do consumo e da densidade da presa.

Ofuya e Akingbohunge (1988) estudaram em laboratório a resposta de larvas e adultos de *Cheilomenes lunata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) predando *A. craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). As taxas de alimentação de *C. lunata* foram

positivamente correlacionadas com a densidade populacional da presa. O número de presas consumidas diariamente por cada fase do desenvolvimento do predador, aumentou progressivamente até atingir um patamar. Em altas densidades de presas, a resposta funcional é do Tipo II. A fecundidade de fêmeas de *C. lunata* aumentou até um patamar com o aumento da densidade da presa.

O'Neill (1988) mostrou para o predador *Podisus maculiventris* Say (Heteroptera: Pentatomidae) e a presa *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), um modelo matemático onde a equação de ataque descreve o número de presas atacadas como uma função do número de presas na área foliar de soja e do comportamento de procura do predador. A área de captura do *P. maculiventris* foi relacionada com a área foliar que ele percorre e número de presas.

A relação entre a densidade populacional do afídeo *Cinara* sp. (Homoptera: Aphididae) e o predador *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) foi examinado por Hu et al. (1989). Uma resposta Tipo III foi a mais apropriada, sendo que o número máximo predado foi 132,82 presas/predador/dia, com o tempo de manuseio de 10,8 minutos cada.

O'Neill (1989) observou que o predador *P. maculiventris* alimentado com 2 a 16 larvas de 4^o instar de *E. varivestis* manteve uma baixa e consistente taxa de predação, com média de 0,42 presas atacadas diariamente no campo. No laboratório, o número de presas atacadas subiu para um máximo de 4,4 presas / dia. Este mesmo autor (1990) observou que os modelos de resposta funcional básicos, têm sido modificados intensivamente para incorporar muitos aspectos das interações predador/presa. Estas modificações incluem, dentre outras, as explorações do predador pela presa, a capacidade discriminadora do hospedeiro, o comportamento aleatório e os efeitos de presas alternativas sobre a forma da curva de resposta funcional.

Para Wiedenmann e O'Neil (1990b) o predador *P. maculiventris* sobrevive e reproduz mesmo em baixas quantidades de presas, através da redução da reprodução pelas fêmeas, até aumentar a quantidade de presa. Posteriormente estes pesquisadores (1990a)

estudaram em laboratório a predação de *Nabis roseipennis* (Heteroptera:Nabidae) sobre *E. varivestis* utilizando como presas alternativas *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). Observaram que não houve ataque sobre larvas de *E. varivestis* quando somente estas foram oferecidas, enquanto que, quando oferecidas larvas das duas espécies, um número significativamente maior de larvas de *A. grandis* foram predadas.

Hazzard e Ferro (1991) estudaram a taxa de consumo, a resposta funcional, a preferência de presa e o efeito de presas alternativas para fêmeas de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentando-as com ovos de *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae), *M. persicae* e polén de milho. Fêmeas de *C. maculata* predaram uma média de 20,8 ovos em 48 horas, sendo que a introdução de *M. persicae* como presa, reduziu significativamente a predação deste afídeo mas, não eliminou o consumo de ovos. Fêmeas saciadas mostraram uma resposta funcional Tipo II à densidade de ovos quando oferecidos de 10 a 70 ovos, em temperatura de 26 ± 2 °C. A resposta funcional obtida mostrou uma supressão da alimentação de ovos, em altas densidades, quando os pulgões foram presas alternativas, sendo que este efeito não foi evidenciado em baixas densidades de ovos. Quando número iguais de ovos de *L. decemlineata* e pulgões foram avaliados, não houve preferência de presas, pelas fêmeas, em baixas densidades de presas, mas, a preferência por pulgões, em relação aos ovos, foi evidenciado nas altas densidades. Os ovos foram uma dieta adequada para o desenvolvimento larval e oviposição do adulto em relação a *M. persicae* ou polén de milho.

O comportamento de oviposição de *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) e a forma de distribuição da população de pulgões adequada para a exploração deste predador, foi avaliada por Hemptinne, Dixon e Coffin (1991) em condições de laboratório e campo. Neste último foi observado que esses coccinelídeos apresentaram oviposição elevada quando a população de pulgões é abundante, já no laboratório mostram uma forte redução na sua reprodução na presença de larvas de sua própria espécie, mas não em presença de outros coccinelídeos.

O comportamento de busca de *P. maculiventris* foi investigado em laboratório por Wiedenmann e O'Neil (1991) visando elaborar um modelo de busca do predador. Os resultados mostraram que o predador busca uma área maior e mais longe em baixa densidade de presas do que em alta densidade de presas. Os predadores buscam as presas nas plantas ao acaso, parализando esta busca após cada ataque, e levam aproximadamente 1 hora manuseando a presa. Os predadores gastaram mais tempo em repouso do que em atividade de busca e as taxas de ataque foram negativamente correlacionadas com o tempo de repouso, mas não com o tempo de busca. Longos períodos de repouso do predador pode ser resultado da conservação de energia.

Gibson, Elliott e Schaefer (1992) estudaram o tempo de desenvolvimento larval e fecundidade do adulto de *Scymnus frontalis* Fabricius para 4 espécies de Homoptera: Aphididae: *Diuraphis noxia*, *Schizaphis graminum*, *Macrosiphum avenae* e *Acyrtosiphon pisum*. Larvas alimentadas com *D. noxia* completaram seu desenvolvimento gastando 0,7 a 1,4 dias a mais e pesando 0,5 a 0,3 mg a menos do que as tratadas com *S. avenae* e *A. pisum*, respectivamente. Não houve diferença significativa na sobrevivência e fecundidade do adulto quando alimentado por *D. noxia*, *S. graminum* ou *A. pisum*. A taxa intrínseca de aumento foi significativamente maior para *S. frontalis* alimentado com *D. noxia* quando comparado com aqueles alimentados com *A. pisum* e *S. graminum* os quais apresentaram taxa de crescimento de 0,60 e 0,63 respectivamente.

Ives, Kareiva e Perry (1993) investigaram a resposta de duas espécies de joaninhas, *Coccinella 7-punctata* (Coleoptera: Coccinellidae) e *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre a variação espacial da densidade de afídeos na “erva de fogo”, *Epilobium angustifolium*. A pesquisa envolveu manipulações experimentais de densidades de afídeos e observações dos coccinelídeos alimentando-se no campo, em três diferentes escalas. Pela amostragem da distribuição dos predadores, os autores mostraram que o número de joaninhas nas folhas desta planta é significativamente dependente da presença e

tamanho das colônias de afideos. Os resultados demonstraram que, apesar da resposta individual do coccinelídeo às densidades do afideo ser pouco resistente, o efeito cumulativo de muitos coccinelídeos pode produzir uma forte agregação da população nas áreas com alta densidade de afideos.

Estudos realizados por Hoelmer, Osborne e Yokomi (1993) sobre o comportamento de reprodução e alimentação do coccinelídeo *Delphastus pusillus* sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* Genn (Homoptera: Aleyrodidae) mostraram que o tempo de desenvolvimento da oviposição à eclosão foi de 21 dias; a longevidade dos adultos foi de 60,5 dias para fêmeas e 44,8 dias para machos; as larvas e adultos do coccinelídeo se alimentaram de todos os estágios da mosca branca. Observaram ainda que o número de presas consumidas pelo adulto decresce em função da idade e tamanho da presa, e quando tratado exclusivamente com ovos de *B. tabaci*, o coccinelídeo oviposita 3,0 ovos por dia, e a média de ovos produzidos no período de vida foi de 183,2. Foram requeridos diariamente de 100 a 150 ovos da mosca branca para iniciar e manter a oviposição de *D. pusillus* em laboratório e em casa de vegetação. A necessidade de um grande número de ovos da mosca branca na dieta sugere que *D. pusillus* mantém seu aumento populacional somente em altas populações de *B. tabaci*.

Os efeitos da dieta, idade da fêmea e da dieta ninfal sobre o tempo de desenvolvimento e sobrevivência de ninfas de *P. maculiventris* foi estudado por Legaspi e O'Neil (1994) usando como presa *E. varivestis*. O tempo de desenvolvimento das ninfas foi mais curto quando estas alimentaram-se satisfatoriamente e originaram de fêmeas saciadas e jovens. Ninfas bem alimentadas mostraram maior sobrevivência do que ninfas mal alimentadas. Aquelas alimentadas em locais com baixa densidade de presas não conseguem atingir a vida adulta, morrendo, usualmente durante a ecdise. Adultos provenientes de ninfas bem alimentadas foi maior do que daqueles provenientes de ninfas mal alimentadas.

Saini, Quintana e Grondona (1994) realizaram estudos de laboratório com o objetivo de analisar a resposta funcional em um sistema biológico integrado pelo predador

P. connexivus e por *Anticarsia gemmatalis* Hueb (Lepidoptera: Noctuidae). Em todos os experimentos, tanto para ninfas como para adultos de *P. connexivus*, a quantidade de lagartas predadas aumenta com o aumento da densidade da presa, até atingir um patamar o qual representa uma resposta Tipo II. Segundo os autores a taxa de busca aumenta gradualmente com a idade do predador, o tempo de manuseio decresce com a idade do mesmo, e, as fêmeas matam mais presas que os machos no mesmo período. O ato de busca do predador decresce com o aumento da densidade da presa, e a taxa de predação e a eficiência de busca são maiores nas fêmeas.

Alencar e Ramalho (1995) pesquisaram o tipo de resposta funcional que melhor se ajusta à resposta de fêmeas e machos do predador *P. connexivus* Bergroth às densidades de *Allabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) Hueb, em algodão herbáceo. Utilizando densidades de 2, 4, 8, 10, 12 e 14 lagartas do 3^o ínstar de *A. argillacea*, foi constatado que as respostas de fêmeas e machos de *P. connexivus* às densidades de lagartas de 3^o ínstar de *A. argillacea* se ajustam aos três tipos testados: tipo I, tipo II “parasitóide” e tipo II “predador”.

Silva, Santos e Ramalho (1995) estudando o consumo alimentar e desenvolvimento do predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *A. argillacea*, concluíram que a quantidade de alimento consumido, em função de sua menor ou maior disponibilidade, influenciou o crescimento, as taxas de desenvolvimento e a sobrevivência de ninfas de *S. cincticeps*. Dessa forma, os resultados mostraram que as ninfas de *S. cincticeps* necessitam consumir presas maiores ou presas menores mas em maior quantidade para sobreviverem, crescerem satisfatoriamente e completarem o seu desenvolvimento em um período mais curto de tempo.

Santos, Silva e Ramalho (1995) efetuaram estudos sobre o desenvolvimento de ninfas de 2^o ao 4^o instares do predador *P. connexivus*, sobre lagartas do curuquerê do algodoeiro *A. argillacea*, verificando que a duração dos instares do predador e o número de lagartas predadas por *P. connexivus* dependem do tamanho da presa. A duração da fase

ninfal de *P. connexivus* diminuiu à medida que foram oferecidas presas de maiores tamanhos. Segundo esses autores, o tamanho da presa é um importante componente de predação de *P. connexivus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, S. B.; RAMALHO, F. S. Resposta funcional do predador *Podisus connexivus* a densidade de *Alabama argillacea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, 1995. Anais.... Lavras: UFLA, 1995. p.359.
- ARIOLI, M. C. S.; LINK, P. Coccinelídeos de Santa Maria e arredores. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.17, n.3, p.1, 1987.
- BARTOSZEK, A. B. Afideos da ameixeira (*Prunus domestica* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* Sto), seus predadores e parasitas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.5, n.12, p. 69-90, 1976.
- BARTOSZEK, A. B. Afideos da macieira (*Pyrus malus* L.), seus predadores e parasitas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.4, n.34, p.33-74, 1975.
- BUENO, V. H. P. **Biologia e aspectos morfológicos de *Montina confusa* (Stal, 1859) (Hemiptera; Reduviidae, Zelinae)**. Piracicaba, ESALQ, 1982. 90p. (Tese - Mestrado em Entomologia).
- CHAGAS, E. F. das; SILVEIRA NETO, S. Uso de coletor de sucção no estudo da entomofauna em um pomar cítrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.10, p. 1125-1140, 1985.
- CHAVES, L. E. L. **Levantamento e identificação de Coccinellidae (Coleoptera) em frutíferas na região de Jundiaí, SP**. Piracicaba: ESALQ, 1991. p.85. (Tese de Mestrado)
- GASSEN, D.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico de pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.104, p.49, ago. 1993.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Manual de Entomologia**. 2.ed. São Paulo, CERES, 1988. 399p.
- GARCIA, U. B. Estudio de laboratorio sobre biologia y predacion de *Scymnus* sp. sobre *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v.17, n.1, p.54-59, 1974.
- GARCIA, U. B.; ZAPATA, M. T.; BEL, A. N. Respuesta funcional y numérica de *Scymnus* sp. a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v.18, n.1, p.53-58, 1975.

- GIBSON, R. L.; ELLIOT, N. C.; SCHAEFER, P. Life history and development of *Scymnus frontalis* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) on four species of aphid. **Journal of the Kansas Entomological Society, Utah**, v.65, n.4, p.410-415, 1992.
- GRAVENA, S. Dinâmica populacional do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) e inimigos naturais associados ao sorgo granífero em Jaboticabal, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Itabuna**, v.8, n.2, p.325-334, 1979.
- HAGEN, K. S. Role of nutrition in insect management. **Proc. Tall. Timbers. Conference Ecology Animal Control Habitat management, Palo Alto**, v. 6, p.221-261, 1976.
- HAGEN, K. S.; VAN DEN BOSCH, R. Impact of pathogens, parasitoids, and predators on aphids. **Annual Review of Entomology, Palo Alto**, v.13, p.325-384, 1968.
- HASSELL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton : Princeton University Press, 1978.
- HAZZARD, R. V.; FERRO, D. N. Feeding responses of adult *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to eggs of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and Green Peach Aphids (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology, West Lafayette**, v.20, n.2, p.644-651, apr. 1991.
- HEMPTINNE, J L.; DIXON, A. F. G.; COFFIN, J. Attack strategy of ladybird beetles (Coccinellidae): factors shaping their numerical response. **Oecologia, Tallahassee**, v.90, p.238-245, 1991.
- HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Praga: Academic of Sciences, 1973. cap.4, p.70-76.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology, Palo Alto**, v.12, p.79-104, 1967.
- HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist, Ottawa**, v. 91, n.7, p.385-398, 1959.
- HOELMER, K. A. ; OSBORNE, L. S.; YOKOMI, R. K. Reproduction and feeding behavior of *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Biological and Microbial Control** , New York, v.86, n.2, p.322-329, 1993.
- HU, Y. S.; WANG, Z. M.; NING, C. L.; PI, Z. Q.; GAO, G. Q. The functional response of *Harmonia (Leis) axyridis* to their prey of *Cinara* sp. **Natural Enemies of Insects, Maryland**, v.11, n.4, p.164-168, 1989.

- IVES, A. R.; KAREIVA, P.; PERRY, R. Response of predator to variation in prey density at three hierarchical scales: lady beetles feeding on aphids. **Ecology**, New York, v.74, n.7, p.1929-1938, Oct. 1993.
- LUCK, R. F. Principles of arthropod predation. **Ecological Entomology**, chapter 16, p. 498-529, 1985.
- LEGASPI, J. C.; O'NEIL, R. J. Development response of nymphs of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) reared with low numbers of prey. **Environmental Entomology**, West Lafayette, v.23, n.2, p.374-380, 1994.
- MACCAFFREY, J. P.; HORSBURGH, R. L. Functional response of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to the European Red Mite, *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), at different temperatures constants. **Environmental Entomology**, West Lafayette, v.15, n.3, p.532-535, June 1986.
- McNAMARA, J. The first canadian records of *Scymnus (Pullus) suturalis* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae). **Coleopterists Bulletin**, Quebec, v.46, n.4, p.359-360, 1992.
- MURDOCH, W. W.; MARKS, J. R. Predation by coccinellid beetles: experiments on switching. **Ecology**, London, v.54, n.1, p.160-167, 1973.
- NARANJO, S. E.; GIBSON, B. L.; WALGENBACH, D. D. Development, survival and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera: Coccinellidae), an imported predator of Russian Wheat Aphid, at four fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.83, n.3, p. 527- 531, 1990.
- NUNEZ-PEREZ, E.; TIZADO-MORALES, E. J.; NIETO-NAFRIA, J. M.; PEREZ, E. N.; MORALES, E. J. T.; NAFRIA, J. M. N. Coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) predators of aphids (Homoptera: Aphididae) on cultivated plants in Leon. **Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas**, Leon, v.18, n.4, p.765-775, 1992.
- OFUYA, T. I.; AKINGBOHUNGBE, A. E. Functional and numerical responses of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**, Utah, v.9, n.4, p.543-546, 1988.
- O'NEIL, R. J. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, West Lafayette, v.62, n.2, p.148-155, July 1989.
- O'NEIL, R. J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. In: **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. Alan Reliss, Inc., 1990. p.83-86.

- O'NEIL, R. J. A model of predation by *Podisus maculiventris* (Say) on mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant, in soybeans. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.20, n.7, p.601-607, July 1988.
- RICE, M. E.; WILDE, G. E. Experimental evolution of predators and parasitoids in supressing greenbugs (Homoptera: Aphididae) in sorghum and wheat. **Environmental Entomology**, West Lafayette, v.17, n.5, p.836-841, oct. 1988.
- ROMERO, R. R.; CUEVA, M. C.; OJEDA, D. P. Morfologia, ciclo biológico y comportamiento de *Scymnus (Pullus)* sp (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v.17, n.1, p.42-47, 1974.
- SAINI, E. D.; QUINTANA, G.; GRONDONA, M. Respuesta funcional del depredador *Podisus connexivus* a la densidad de *Anticarsia gemmatalis* IN: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4, Gramado, 1994. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA, 1994. p. 211.
- SANTOS, T. M. dos. Aspectos morfológicos e efeitos da temperatura sobre a biologia de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentados com pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). Lavras: ESAL, 1992. 107p. (Tese - Mestrado em Fitossanidade).
- SANTOS, T. M.; SILVA, E. N.; RAMALHO, F. S. Desenvolvimento de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, 1995. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. p.319.
- SAUCEDO-GONZALES, J.; REYES-VILLANUEVA, F. Resposta funcional de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) sobre *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Monterrey, n.71, p.27-35, 1987.
- SILVA, E. N.; SANTOS, T. M.; RAMALHO, F. S. Consumo alimentar e desenvolvimento do predador *Supputius cincticeps* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre curuquerê do algodoeiro, *Alabama argillacea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, 1995. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. p.350.
- SOLOMON, M. E. **Population dynamics**. Londres : Edward Arnold, 1969. 59p. (Study, 18).
- SOUSA, B. M. Efeito de fatores climáticos e de inimigos naturais sobre *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Homoptera: Aphididae) em couve *Brassica oleracea* var. *acephala* (DC) (Catparales: Brassicae). Lavras: ESAL, 1990. p.131. (Tese - Mestrado em Fitossanidade).

- TAWFIK, M. F. S.; ABUL-NARS, S.; SAAD, B. M. The biology of *Scymnus interruptus* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae). **Bolletín de la Société Entomologique d’Egypt**, Cairo, v.57, p.9-26, 1973.
- THOMPSON, D. J. Towards a realistic predator prey model: the effect of temperature on the functional response and life history of larvae of the damselfly *Ischnura elegans*. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.47, p.757-767, 1978.
- TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swaini* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.104, p.61-69, jan. 1972.
- TRANSFAGLIA, A.; VIGGIANI, G. Dati biologics sullo *Scymnus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae). **Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria “Filippo Silvestri”**, Portici, v.30, p.9-18, 1972.
- TREXTLER, J. C.; MCCULLOCH, E. E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? **Oecologia**, Tallahassee, v.76, p.207-214, 1988.
- VEIGA, A. F. S. L.; ARRUDA, G. P.; MENEZES, C.; WARUMBY, J. F. Primeira contribuição para o conhecimento dos inimigos naturais das pragas do Estado do Pernambuco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.4, n.1, p.126-139, 1975.
- WAQUIL, J. M.; CRUZ, I.; VIANA, P. A. Pragas do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.144, p.27-34, dez. 1986
- WIEDENMANN, R. N.; O’NEIL, R. J. Effects of low rates of predation on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.122, p.271-283, 1990b
- WIEDENMANN, R. N.; O’NEIL, R. J. Response of *Nabis roseipennis* (Heteroptera: Nabidae) to larvae of mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Entomophaga**, West Lafayette, v.35, n.3, p.449-458, 1990a.
- WIEDENMANN, R. N.; O’NEIL, R. J. Searching behavior and time budgets of the predator *Podisus maculiventris*. **Entomological Experimental Applied**, Bélgica, v.60, p.83-93, 1991.
- WRIGHT, E. J.; LANG, J. E. Numerical response of coccinellids to aphids in corn in Southern Ontário. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.112, n.10, p.977-988, sept. 1980.

**3 RESPOSTA FUNCIONAL DE *Scymnus (Pullus) argentinicus* (WEISE, 1906)
(Coleoptera: Coccinellidae) A DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO
VERDE *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera : Aphididae).**

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta funcional, o tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Como alimento foram oferecidas ninfas de 3^o e 4^o instares do pulgão verde *Schizaphis graminum*. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade da UFLA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 nas 3 densidades 10, 25 e 35 ninfas do pulgão e 4 instares larvais e adulto do predador em 10 repetições. As parcelas experimentais foram mantidas em câmara climatizada com temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas. O consumo alimentar foi avaliado individualmente através de contagens diárias nas 3 densidades em estudo. Os resultados obtidos indicaram que houve interação significativa entre as fases de desenvolvimento do predador e as densidades da presa. Tanto para larvas como para adultos de *S. (Pullus) argentinicus*, a quantidade de ninfas predadas aumentou com o incremento da densidade da presa até atingir um platô (Resposta funcional Tipo II de Holling, 1959). A capacidade predatória no 4^o instar, foi maior em relação a todos os outros e diferiu significativamente na densidade de 35 pulgões quando comparado com as densidades 10 e 25, o mesmo ocorrendo para machos e fêmeas. O incremento da predação foi maior ao passar da densidade 10 para 25, tornando-se menor ao passar de 25 para 35. A taxa de busca aumenta gradualmente com a idade do predador, enquanto que o tempo de manuseio decresce com a idade. Em um mesmo período as fêmeas predam mais que os machos e também buscam mais rapidamente a presa do que estes. A busca do predador decresce com o aumento da densidade da presa, uma vez que as chances de encontro ao acaso aumentam.

SUMMARY

FUNCTIONAL RESPONSE OF *Scymnus (Pullus) argentinus* (WEISE, 1906) (Coleoptera:Coccinellidae) AT DIFFERENTS DENSITIES OF GREENBUG *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae).

This work was the objective to evaluate the functional response, search time and handling time of preys for predator *Scymnus (Pullus) argentinus*. As food were give nymphs of 3th and 4th instars of greenbug *Schizaphis graminum*. These tests were carried out at the Insect Biology Laboratory of Plant Protection Department at Federal University of Lavras. The stathistical analysis was randomly in factorial 3 x 5 being 3 densities of greenbug (10, 25, 35 nymphs) and 4 instars and adult of predator in 10 repetitions. The tests were conducted in climatic camers with $25 \pm 1^{\circ}$ C temperature, $70 \pm 10\%$ UR and 14 hours photophase. The consumption feeding was evaluate individually by diary accounts in 3 densities of aphid. The results showed that there was interation significant between phases of predator and the prey densities. As for larvae and adults of *S. (Pullus) argentinus* the amount of predated nymphs increased with the increment of aphid densities until reach a plateau (functional response Holling's type 1959). The predation in the 4th instars was higher in comparison with the others instars and differed significantly in density of 35 aphid when compared with the density 10 and 25. The same occurred for the males and females. The increment of predation was bigger, through the density 10 at 25 but, becoming smaller of 25 to 35. The search time incresead gradually with the age of the predator, while the handling time decreased with the age. In the same period the females predate more than the males and also search faster for the captures than those. The search of the predator decrease with the increase of aphids density, once that the chances to find the prey increase.

3.1 INTRODUÇÃO

Segundo Hagen (1976) os insetos predadores são agentes eficazes no controle de artrópodos pragas, atuando diretamente sobre os mesmos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa.

O gênero *Scymnus* foi citado em vários trabalhos (Hagen e Van Den Bosch, 1968; Bartoszeck, 1975; Gravena, 1979; Gassen e Tambasco, 1993), como sendo um predador principalmente afidófago. Outros trabalhos realizados no Brasil com coleópteros do mesmo gênero por Bartoszeck, 1976; Arioli e Link, 1987, identifica-o como sendo um inimigo natural em potencial. Porém, as informações a respeito do comportamento desse predador em relação às diferentes densidades de uma presa são praticamente inexistentes.

A resposta dos inimigos naturais à mudanças na densidade da presa influencia significativamente a relação predador/presa. Uma dessas constatações baseia-se na resposta funcional, que é o número de presas atacadas pelo predador em função da sua densidade (Solomon, 1969). Esse autor observou que um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento do consumo, uma vez que as oportunidades de encontro para ataque da presa serão maiores com o tempo.

De acordo com Tostowaryk (1972), os componentes básicos que governam a resposta funcional são: a) a duração do tempo em que o predador e a presa ficam expostos um ao outro, b) a taxa de busca bem sucedida e c) o tempo de manuseio.

Holling (1959) propôs três tipos básicos de resposta funcional dos predadores: o Tipo I, onde há um aumento linear, até um máximo, no número de presas ingeridas por predador à medida que a densidade da presa aumenta; Tipo II, onde a resposta aumenta

numa gradativamente em direção a um valor máximo e Tipo III, onde a resposta é sigmóide e aproximando-se de uma assíntota superior. A resposta Tipo II é geralmente associada com os predadores invertebrados, a resposta Tipo III é considerada mais característica de predadores vertebrados que podem aprender a “se concentrar” em uma presa a medida que elas se tornam abundantes. Gradativamente estes três tipos de respostas estão representados na Figura 1a, 1b e 1c, página 10.

Neste estudo, os objetivos foram:

1. Evidenciar a resposta funcional do 1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares larvais e do adulto de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em relação às densidades 10, 25 e 35 ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*, em um intervalo de 24 horas.
2. Determinar o tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador.

3. 2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Criação do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1952) (Homoptera : Aphididae).

Os pulgões foram coletados em folhas de sorgo no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/ EMBRAPA, em Sete Lagoas , MG. O material coletado foi mantido em laboratório, e a criação dividida em duas etapas:

A. Criação de manutenção

Ninfas e adultos do pulgão foram colocados em secções de folhas de sorgo cultivar BR 301, sendo acondicionadas em copos plásticos de 50 ml, contendo água até sua metade,

permitindo a conservação da folha por maior tempo. Os copos foram vedados com discos de isopor de 4,0 cm de diâmetro. As folhas foram trocadas a cada dois dias devido ao rápido aumento populacional dos pulgões.

B. Criação de manuseio

Utilizando-se pincéis, fêmeas adultas do pulgão foram retiradas da criação de manutenção, e colocadas sobre secções de folhas de sorgo, nas mesmas condições da criação de manutenção. A cada 24 horas, um número variável de 10 a 12 fêmeas eram colocadas nas secções de folhas para obtenção das ninfas, as quais foram retiradas após 24 horas, permanecendo nas folhas somente aquelas de 1^o ínstar. Dessa forma, obteve-se o número diário de ninfas de 3^o e 4^o instares necessários para a condução da parte experimental.

3.2.2 Criação de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae)

A criação de manutenção de *S. (Pullus) argentinicus* foi conduzida em câmara climática, em temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Larvas e adultos de *S. (Pullus) argentinicus* foram coletados no pomar de fruticultura (*Citrus* sp.) do Campus da Universidade Federal de Lavras. Os insetos foram mantidos em copos plásticos transparentes de 5,5 cm de altura x 8 cm de diâmetro, com base revestida de papel de filtro branco, umedecido com água e vedados com PVC laminado. Nesse recipiente, foi colocado um outro pedaço de papel de filtro de 2 x 4 cm dobrado em forma de sanfona, como substrato para oviposição. O alimento fornecido constitui-se de ninfas e adultos do pulgão verde *S. graminum*.

Os adultos recém emergidos foram separados em grupos de 10 casais e mantidos nos copos plásticos transparentes para cópula e obtenção de ovos. As posturas foram mantidas neste recipiente até a eclosão das larvas, sendo transferidas para outro recipiente para acompanhamento e separação dos estágios larvais, de acordo com o ínstar.

3.2.3 Resposta funcional

Da criação de manuseio de *S. graminum*, foram retiradas as ninfas de 3^o e 4^o instares, que foram separadas nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas sendo no total 150 recipientes (50 para cada densidade, considerando as 10 repetições). O estágio larval de *S. (Pullus) argentinicus* (1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares) e o adulto constou de 10 indivíduos para cada densidade testada.

As ninfas foram confinadas em diferentes densidades em copos plásticos transparentes de 5,5 cm de altura x 8 cm de diâmetro, contendo discos foliares de sorgo de 3,6 cm de diâmetro, sendo os copos cobertos com PVC laminado transparente, delimitando-se, assim, a área de ataque de *S. (Pullus) argentinicus*. Os recipientes foram mantidos em câmara climática a uma temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas. As avaliações foram feitas a intervalos de 24 horas, observando-se o número de ninfas remanescentes em relação à sua densidade, determinando-se o tipo de resposta funcional apresentada em cada ínstar e do adulto de *S. (Pullus) argentinicus*.

Essas avaliações foram realizadas durante 64 dias para o estágio adulto, período este, correspondente a fase vegetativa do sorgo BR 301 utilizado nas criações do pulgão.

3.2.4 Tempo de busca pelo predador e manuseio da presa

Utilizando o mesmo tipo de recipiente citado no item 3.2.2, avaliou-se o tempo de busca e manuseio. Nos recipientes foram colocados as diferentes densidades do pulgão, sendo o predador (1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares e adulto) liberados no centro do recipiente, sendo um cronômetro acionado imediatamente após a. Quando o predador capturava uma presa, o cronômetro era desligado e um outro acionado para se conhecer o tempo de manuseio. Dessa forma, o tempo em que o predador ficava exposto à presa até a sua captura efetiva foi considerado o tempo de busca, e o tempo em que o predador ficou em contato com a presa, alimentando-se desta, foi considerado o tempo de manuseio. O tempo de busca do predador e o tempo manuseio das presas pelas larvas e adultos foram avaliados individualmente dentro de cada densidade, nas 10 repetições.

3.2.5 Análise estatística

Para avaliar a resposta funcional, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com 10 repetições. Os tratamentos consistiram das combinações do 1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares e do adulto de *S. (Pullus) argentinicus* nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas do pulgão *S. graminum*.

As análises de variância foram realizadas para o delineamento considerado, transformando os dados em $(x + 1)^2$ para predação de tempo de busca e tempo de manuseio por \sqrt{x} para larvas e adultos.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos sobre o número de ninfas de 3^o e 4^o instares de *S. graminum* e predadas por *S. (Pullus) argentinicus* nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas do pulgão encontram-se na Tabela 1 e Figura 1. Foi observado que tanto na fase larval como no adulto, *S. (Pullus) argentinicus* apresenta um maior consumo de presas em função do aumento da densidade. Esta resposta do predador pode ser atribuída às oportunidades de encontro ao acaso, que são maiores no tempo, em maiores densidades da presa, concordando com Solomon (1969) em estudos sobre a dinâmica predador-presa. Também, o resultado de um maior número de pulgões capturados e mortos pelo predador em densidades mais altas (Figura 1), é coerente com aqueles obtidos por Hodek (1967) evidenciando que em maiores densidades, o tempo gasto pelo predador para consumir as presas é menor, com uma maior taxa de consumo, influenciando no número total de presas predadas.

TABELA 1. Predação total de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, por larvas de 1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares de *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Temperatura de 25± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.

Predador (Ínstar)	Densidades		
	10	25	35
1 ^o	3,0 c A	4,6 d B	12,3 c C
2 ^o	6,5 bc A	12,3 bc B	35,7 b C
3 ^o	3,8 c A	7,6 cd B	32,7 b C
4 ^o	16,6 a A	47,2 a B	98,5 a C

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas (C.V.:%: 16,1) e maiúsculas nas linhas (C.V.:%:18,2) diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 2. Número médio diário de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, predadas por larvas e adultos de *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Predador (Ínstar / Sexo)	Período de avaliação em dias	Densidades		
		10	25	35
1 ^o	1,0	3,0 a A	4,6 b B	12,3 c C
2 ^o	1,9	3,3 a A	6,3 b B	18,3 b C
3 ^o	1,0	3,8 a A	7,6 ab B	32,7 a C
4 ^o	4,7	3,5 a A	9,9 ab B	20,7 b C
Macho	64,0	5,9 a A	14,7 ab B	18,5 bc B
Fêmea	64,0	7,9 a A	17,4 a B	20,0 bc B

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas (C.V.%: 39,8) e maiúsculas nas linhas (C.V.%: 19,1) diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Notou-se uma tendência de aumento da predação pelas larvas, manifestada pelo aumento da densidade da presa (Tabela 1), sendo maior ao passar da densidade 25 para 35, podendo indicar neste caso que é em torno da densidade 35 que se encontra a disponibilidade de presas que coincide com as necessidades nutricionais da fase larval. O primeiro ínstar apresentou um menor consumo e em média 3,0; 4,6 e 12,3 ninfas respectivamente para as densidades 10, 25 e 35, provavelmente devido a um menor requerimento nutricional, enquanto que o segundo ínstar apresentou um consumo maior, e as médias foram de 6,5; 12,3; 35,7 respectivamente, em relação ao primeiro e terceiro (3,8; 7,6; 32,7 respectivamente) instares, devido ao maior tempo de duração deste ínstar, o mesmo ocorrendo com o quarto ínstar (16,6; 47,2; 98,5) em relação aos demais (Tabela 1). Esses resultados aproximam-se daqueles obtidos por Santos (1992) em estudos com o mesmo predador. Garcia, Zapata e Bel (1975) em estudos com *Scymnus* sp. concluíram que uma maior capacidade de predação em estágios mais avançados pode ser explicado por uma maior exigência nutricional e por maior mobilidade da larva ao aumentar de tamanho, o que resulta em uma maior área de busca pela mesma.

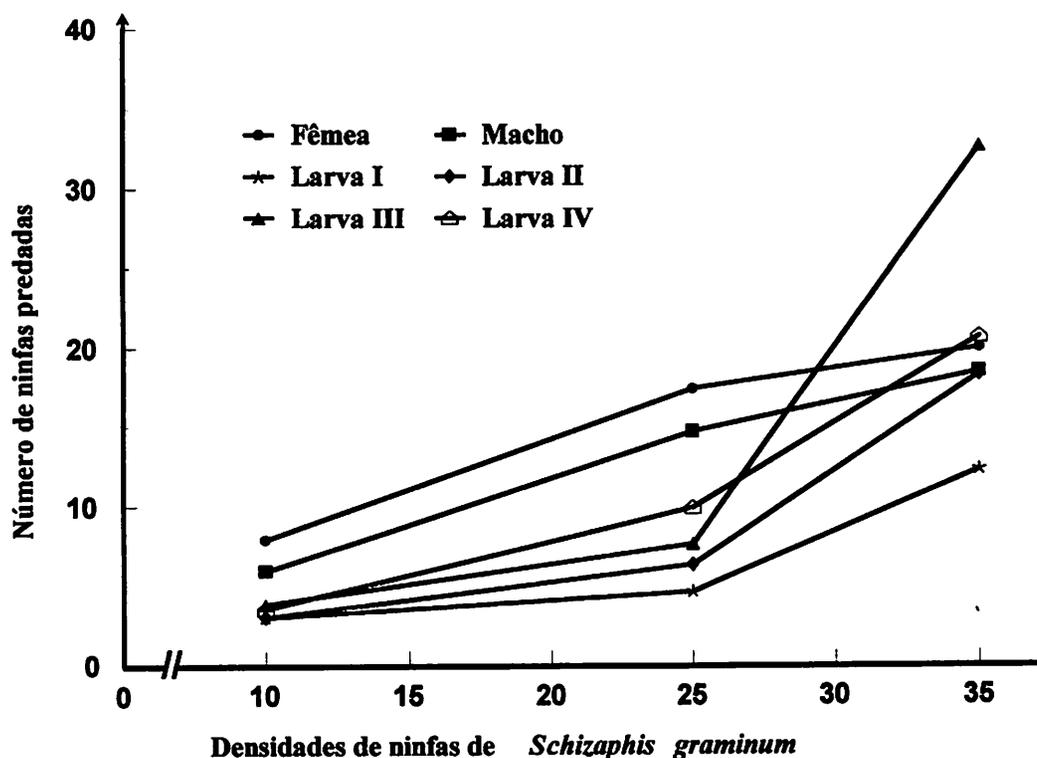


FIGURA 1. Predação de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, por larvas e adultos de *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Através da Tabela 2 observou-se ainda que há uma redução na predação média diária do quarto ínstar nas densidades 10 e 35 (3,5 e 20,7 respectivamente) em relação ao terceiro ínstar (3,8 e 32,7 respectivamente), o que pode ser atribuído a uma diminuição da atividade de predação da larva devido a proximidade da pupação. O aumento da predação ocorrido na densidade 10 até o terceiro ínstar e posterior diminuição no quarto ínstar não foram

significativos, mostrando que há uma semelhança nos quatro instares nesta densidade diferindo das densidades 25 e 35 onde houve uma predação mais heterogênea.

Verificou-se também a influência da densidade na capacidade de predação diária de adultos de *S. (Pullus) argentinicus* (Tabela 2). Houve um aumento na predação, quando a densidade de presas disponíveis aos adultos machos e fêmeas aumentou. Foi observado que as fêmeas apresentaram uma maior capacidade de predação que os machos (7,9; 17,4 e 20,0 para fêmea e 5,9; 14,7 e 18,5 para machos respectivamente), entretanto, os resultados obtidos evidenciaram que há uma tendência para a significância entre os sexos e entre as densidades. Estes resultados são próximos daqueles obtidos por Saucedo-Gonzales e Reyes-Villanueva (1987) onde a média diária de consumo de *O. insidiosus* sobre *C. phaseoli* foi de 12,20 e 19,18 tripes para machos e fêmeas respectivamente. Constatou-se que houve um aumento da predação com o aumento da densidade da presa de 10 para 25, sendo mais evidente nas fêmeas do que nos machos. Entretanto, quando a densidade passa de 25 para 35 presas, o número de ninfas predadas foi significativamente próximo (Tabela 2 e Figura 1). Pode-se pensar, nessas condições, que é em torno da densidade 25 a coincidente com as necessidades nutricionais do macho em média 14,7 ninfas/dia, contudo, o mesmo não acontece com as fêmeas, que requereram um maior consumo de presas devido certamente a atividade de oviposição. Este fato foi observado por Wiedenmann e O'Neil (1990) em *P. maculiventris*, onde este predador sobrevive e reproduz em baixas quantidades de presas, mas estas são menos fecundas, com uma pequena produção de ovos até ocorrer um aumento na disponibilidade de presas.

Em relação ao tempo de busca e de manuseio das ninfas de *S. graminum* pelas larvas de *S. (Pullus) argentinicus* (Tabela 3), constatou-se que são menores no quarto instar em todas as densidades, sendo estes resultados semelhantes àqueles obtidos por Saini, Quintana e Grondona (1994), onde a taxa de busca de *P. connexivus* aumenta com a idade desse predador, e, o tempo de manuseio decresce com a idade. Quando as densidades

foram de 25 e 35 ninfas, não foi observado diferenças significativas entre o tempo de busca dos diferentes ínstares. Assim, pode-se imaginar que em maiores densidades de presas, os encontros ao acaso são maiores afetando o ato de busca do predador. Estas observações concordam com Tostowaryk (1972) em estudo com *P. modestus*.

O tempo médio de busca despendido em cada ínstar na densidade 10 (0:19'; 0:10'; 0:12'e 0:04') é maior do que nas demais densidades devido às menores chances de encontro ao acaso, concordando com aqueles resultados obtidos por Wiedenmann e O'Neil (1991) em que o predador *P. maculiventris* busca uma área maior e mais longe em baixa densidade de presas do que em alta densidade. O ato de busca é maior nas fêmeas (0:03') do que nos machos (0:09') nas três densidades estudadas, enquanto que, o tempo de manuseio é igual para ambos os sexos (Tabela 4).

TABELA 3. Tempo de busca (TB) e tempo de manuseio (TM) de ninfas de 3^o e 4^o ínstares de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, por larvas de *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Predador (Ínstares)	Densidades					
	10		25		35	
	TB ¹	TM ¹	TB ¹	TM ¹	TB ¹	TM ¹
1 ^o	0:19' ab	9:43' a	0:03' a	9:42' a	0:04' a	7:51' c
2 ^o	0:10' ab	6:30' ab	0:07' ab	9:14' a	0:05' a	3:01' b
3 ^o	0:12' ab	8:48' b	0:06' ab	6:58' a	0:04' a	4:21' b
4 ^o	0:04' a	2:27' c	0:03' a	2:00' b	0:03' a	2:33' a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. C.V.%: 12,1.

¹ Tempo em horas e minutos

TABELA 4. Tempo de busca e tempo de manuseio de ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, por adultos de *Scymnus (Pullus) argentinicus*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

	Macho	Fêmea
Tempo de busca ¹	0:09' a	0:03' a
Tempo de manuseio ¹	0:09' a	0:12' a

Médias seguidas por letras nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V.%: 25,4

¹ Tempo em minutos

Observou-se que o segundo, terceiro e quarto ínstaes (Figura 2) e todo o ciclo biológico (Figura 3), evidenciaram uma resposta funcional Tipo II, em forma de ascensão linear, aproximando-se dos resultados propostos por Holling (1959); Tuxeter, McCulloch e Travis (1988). Esta tendência é mais importante no segundo, terceiro e quarto ínstaes, devido ao aumento da predação ao passar da densidade 25 para 35 ninfas (Figura 2A), o mesmo acontecendo com os machos e fêmeas (Figura 2B) os quais apresentaram uma ascensão linear. Estes resultados concordam em parte com aqueles obtidos por Garcia, Zapata e Bel (1975), onde larvas de terceiro e quarto ínstaes e as fêmeas de *Scymnus* sp. mostraram uma resposta funcional em forma de ascensão linear. São também coerentes com aqueles obtidos por Ofuya e Akingbohunbe (1988) onde o predador *C. lunata* alimentando-se da presa *A. craccivora* apresenta uma resposta funcional Tipo II.

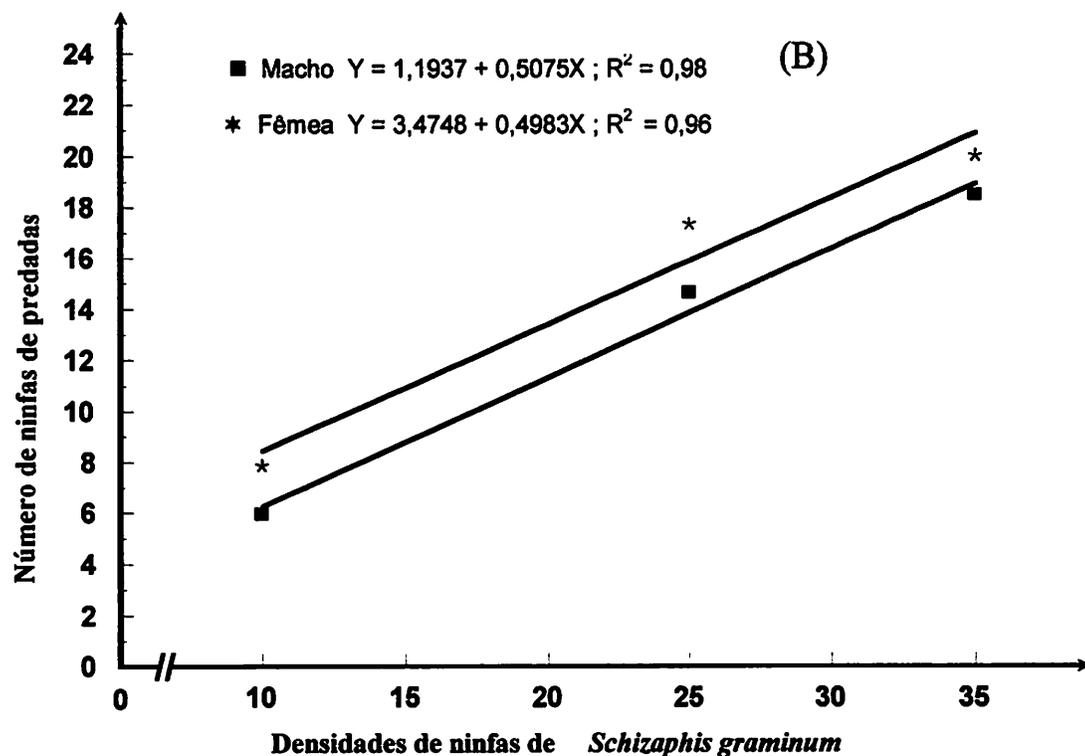
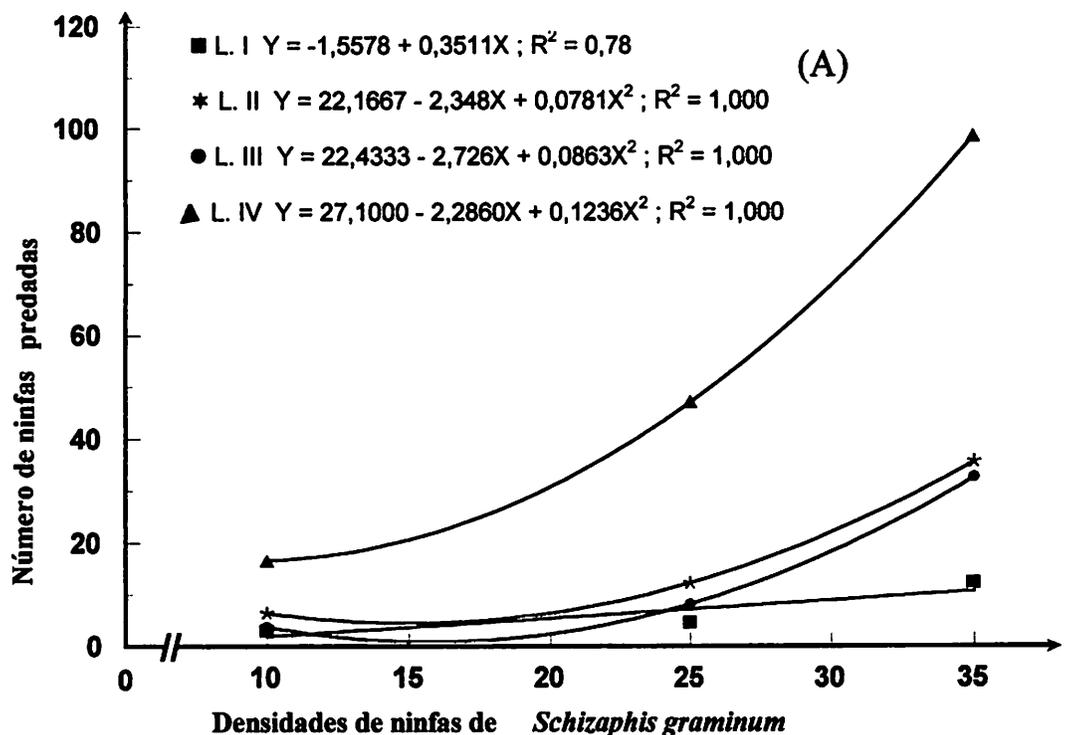


FIGURA 2. Resposta funcional de larvas (A) e adultos (B) de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

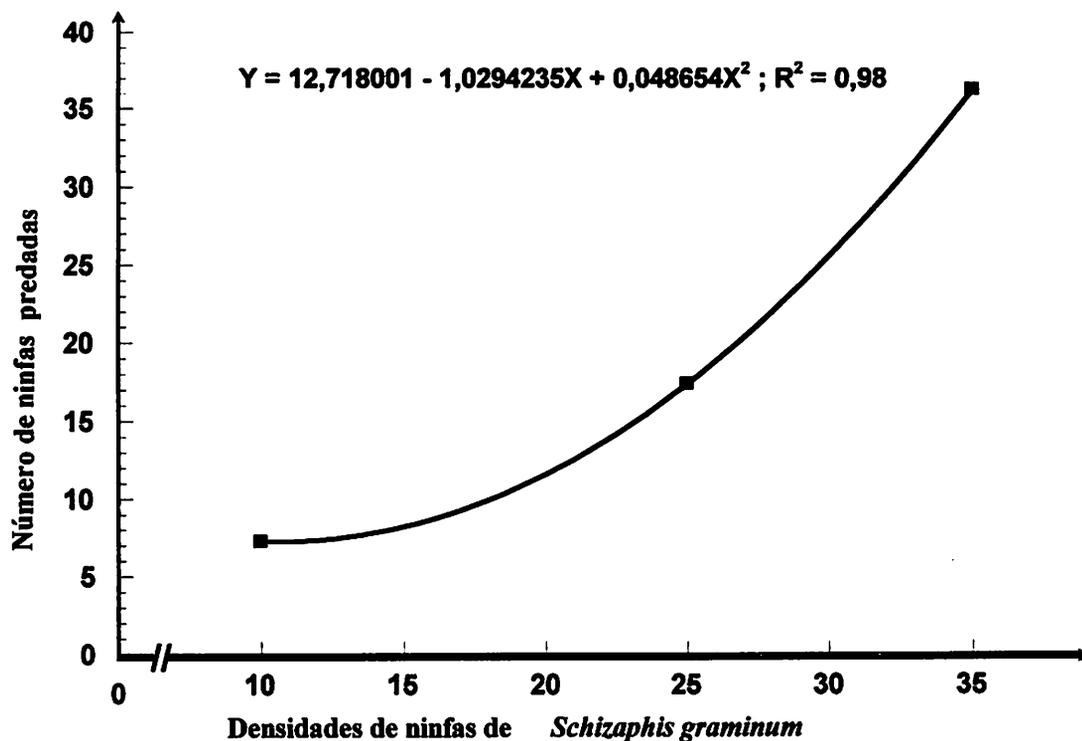


FIGURA 3. Resposta funcional de *S. (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas do 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

A resposta funcional Tipo II apresentada por *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Figura 3) se ajusta aos modelos observados com outros predadores e citados por Saucedo-Gonzales e Reyes-Villanueva (1987); Saini, Quintana e Grondona (1994). O tipo de resposta funcional dada por um predador é de fundamental importância nos estudos das interações predador/presa, pois será um componente que poderá determinar sua eficiência no controle da presa, e indicar o número de predadores necessários para a liberação dentro de programas de controle biológico de uma praga.

3.4 CONCLUSÕES

1. A predação na fase larval e adulta de *Scymnus (Pullus) argentinicus* sobre *Schizaphis graminum* mostrou ser maior conforme aumenta da densidade de 25 a 35 pulgões/dia.

2. Em todas as densidades estudadas, as fêmeas de *Scymnus (Pullus) argentinicus* mostraram maior capacidade de predação que os machos, sendo que na densidade 35 a predação pelas larvas foi maior do que em fêmeas e machos.

3. O tempo de busca das larvas de *Scymnus (Pullus) argentinicus* foi significativamente menor na densidade 35 e o tempo de manuseio foi maior nas larvas de 1^o instar e significativamente menor no 4^o instar.

4. O tempo de busca dos adultos foi significativamente menor para a fêmea sendo o tempo de busca maior na densidade 10 tanto para o macho como para a fêmea. O tempo de manuseio foi igual para machos e fêmeas.

5. A resposta funcional de larvas e adultos de *Scymnus (Pullus) argentinicus* é em forma de ascensão linear com ligeira tendência a formar um patamar de estabilidade (resposta funcional Tipo II de Holling).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIOLI, M. C. S.; LINK, P. Coccinelídeos de Santa Maria e arredores. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.17, n.3, p.1. 1987.
- BARTOSZECK, A. B. Afídeos da ameixeira (*Prunus domestica* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* Sto), seus predadores e parasitas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.5, n.12, p. 69-90, 1976.

- BARTOSZEK, A. B. Afídeos da macieira (*Pyrus malus* L.), seus predadores e parasitas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.4, n.34, p.33-74, 1975.
- GARCIA, U. B.; ZAPATA, M. T.; BEL, A. N. Respuesta funcional y numérica de *Scymnus* sp a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v.18, n.1, p.53-58, 1975.
- GASSEN, D.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico de pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.104, p.49, 1993.
- GRAVENA, S. Dinâmica populacional do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) e inimigos naturais associados ao sorgo granífero em Jaboticabal, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.8, n.2, p.325-334, 1979.
- HAGEN, K. S. Role of nutrition in insect management. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**. v. 6, p.221-261, 1976.
- HAGEN, K. S.; VAN DEN BOSCH, R. Impact of pathogens, parasitoids, and predators on aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.13, p.325-384, 1968.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.12, p.79-104, 1967.
- HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n.7, p.385-398, 1959.
- OFUYA, T.I.; AKINGBOHUNGBE, A. E. Functional and numerical responses of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**, USA, v.9, n.4, p.543-546, 1988.
- SAINI, E. D.; QUINTANA, G.; GRONDONA, M. Respuesta funcional del depredador *Podisus connexivus* a la densidad de *Anticarsia gemmatalis*. IN:SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4, Gramado, 1994. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA, 1994. p.211.
- SANTOS, T. M. dos. Aspectos morfológicos e efeitos da temperatura sobre a biologia de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentados com pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). Lavras: ESAL, 1992. 107p. (Tese - Mestrado em Fitossanidade).
- SAUCEDO-GONZALES, J.; REYES-VILLANUEVA, F. Resposta funcional de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Onthocoridae) sobre *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Monterrey, n.71, p.27-35, 1987.

- SOLOMON, M. E. **Population dynamics**. Londres: Edward Arnold, 1969. 59p. (Study, 18).
- TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swainei* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.104, p.61-69, 1972.
- TREXTLER, J. C.; MCCULLOCH, E. E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? **Oecologia**, Tallahassee, v.76, p.207-214, 1988.
- WIEDENMANN, R. N.; O'NEIL, R. J. Effects of low rates of predation on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.122, p.271-283, 1990.
- WIEDENMANN, R. N.; O'NEIL, R. J. Searching behavior and time budgets of the predator *Podisus maculiventris*. **Entomological Experimental Applied**, Bélgica, v.60, p.83-93, 1991.

4 RESPOSTA NUMÉRICA DE *Scymnus (Pullus) argentanicus* (WEISE, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) A DIFERENTES DENSIDADES DO PULGÃO VERDE *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae)

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resposta numérica através da predação, fecundidade, período embrionário, viabilidade dos ovos e ciclo biológico de *Scymnus (Pullus) argentanicus*. Como alimento, foram oferecidas ninfas de 3^o e 4^o instares do pulgão verde *Schizaphis graminum*. Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade da UFLA. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5 nas densidades 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas do afídeo e 5 fêmeas do predador em 5 repetições. Avaliou-se as fases de ovo, larva e pupa com 10 indivíduos em 5 repetições, nas densidades descritas. As parcelas experimentais foram mantidas em câmara climatizada a uma temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas. Houve influência da densidade do pulgão em todas as variáveis estudadas. A taxa de predação da fêmea teve influência no número de ovos a partir da densidade 25, o mesmo ocorrendo com o número de larvas eclodidas. O número de ovos postos pelas fêmeas nas 5 densidades foram 4,6; 4,4; 4,1; 5,7 e 5,9 ovos/ fêmea/dia, sendo que 2,5; 2,6; 2,4; 3,2 e 3,5, respectivamente, foram viáveis. A fase pupal foi a que mais influenciou na redução do ciclo biológico do predador. A duração do ciclo biológico nas densidades de 10, 20, 25, 30 e 35 foi de 25,5; 22,8; 22,4; 22,2 e 21, 3 dias respectivamente. O período embrionário diminuiu com o aumento da disponibilidade de presas e as médias obtidas foram de 4,8; 4,5; 4,2; 4,3 e 4,1 dias nas 5 densidades respectivamente. Dessa forma a resposta numérica foi direta devido a obtenção de um ciclo biológico mais curto, fêmeas mais fecundas, maior viabilidade dos ovos e período embrionário mais curto em maiores densidades de presas.

SUMMARY

NUMERICAL RESPONSE OF *Scymnus (Pullus) argentinus* (WEISE, 1906 (Coleoptera: Coccinellidae) AT DIFFERENT DENSITIES OF GREENBUG *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (Homoptera: Aphididae)

The aim of this research was to estimate the numerical response through the predation, fecundity, embryonic period, eggs viability and biological cycle of the *Scymnus (Pullus) argentinus*. As food, were offered nymphs of the 3th and 4th instars of the greenbug, *Schizaphis graminum*. The research was carried out in the Insect Biology Laboratory of Plant Protection Department at the Federal University of Lavras. The delineation used was the randomized factorial 5x5, being 5 densities of aphid (10, 20, 25, 30 and 35 nymphs of aphid) and 5 females of the predator in 5 repetitions. The biological cycle was estimated through the phases of egg, larvae and pupae, being 10 individuals in 5 repetitions, in the densities described. The experimental parcel was kept in climatic chamber in the temperature of 25 ± 1 °C, relative humidity of 70 ± 10 % and photophase of 14 hours. The influence of aphid densities was observed in all variables studied. The rate of predation of the female influenced the number of the eggs from the density 25, and the same occurred with the numbers of larvae hatched. The number of oviposition in 5 densities was 4.6; 4.4; 4.1; 5.7; 5.9 eggs/female/day, being that 2.5; 2.6; 2.4; 3.2 e 3.5 respectively. The pupal phase was the one that more influenced in the reduction of the biological cycle of the predator. The duration of the biological cycle in the densities of 10, 20, 25, 30 and 35 were 25.5; 22.8; 22.4; 22.2 and 21.3 day respectively. In this way the numerical response was direct because of the biological cycle was shorter, females were more fertile, more viable of the eggs and the embryonic period shorter in greater prey densities.

4.1 INTRODUÇÃO

Os coccinelídeos, insetos conhecidos popularmente como joaninhas, são agentes eficazes no controle de artrópodos, atuando diretamente sobre certos insetos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa (Hagen, 1976).

Esses predadores são de ocorrência generalizada em todo o mundo (Chagas e Silveira Neto, 1985; Rice e Wilde, 1988), sendo que o gênero *Scymnus* é constantemente citado como um inimigo natural em potencial, principalmente de afídeos (Bartoszeck, 1975; Gravena, 1979; Gassen e Tambasco, 1993), e ainda apresentando uma variabilidade na escolha de presas, fato comum nesse gênero (Naranjo, Gibson e Walgenbach, 1990).

De acordo com Solomon (1969), uma população de predadores saciada por grande disponibilidade de presas terá maior chance de sobreviver e de se reproduzir com sucesso, o que resultará em um aumento populacional. Dessa forma, a resposta numérica é a mudança na densidade do predador, causado por uma mudança na densidade da presa.

Segundo Hassel (1978), a fecundidade do adulto é o fator que tem maior influência sobre a resposta numérica do predador. Posteriormente Wrigth e Lang (1980) mencionaram que esta resposta é influenciada pelas taxas de nascimento e sobrevivência, e pela dispersão de estágios móveis de um predador de uma área de baixa densidade da presa para uma área de alta densidade da presa.

Este estudo teve como objetivo estudar a resposta numérica do adulto de *S. (Pullus) argentinicus* às densidades de 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas de 3^o e 4^o ínstars do pulgão *S. graminum*.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Criação do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1952) (Homoptera: Aphididae).

Os pulgões foram coletados em folhas de sorgo, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG. O material coletado foi mantido em laboratório, e a criação dividida em duas etapas:

A. Criação de manutenção

Ninfas e adultos do pulgão foram colocados em secções de folhas de sorgo cultivar BR 301, acondicionadas em copos plásticos de 50 ml, contendo água até a metade, permitindo a conservação da folha por maior tempo. Os copos foram vedados com discos de isopor de 4,0 cm de diâmetro. As folhas foram trocadas a cada dois dias devido ao rápido aumento populacional dos pulgões.

B. Criação de manuseio

Utilizando-se pincéis fêmeas adultas do pulgão foram retiradas da criação de manutenção e colocadas sobre secções de folhas de sorgo, nas mesmas condições da criação de manutenção. A cada 24 horas, um número variável de 10 a 12 fêmeas foram colocadas nas secções de folhas para obtenção das ninfas, as quais foram retiradas após 24 horas, permanecendo nas folhas somente aquelas de 1^o instar. Dessa forma, obteve-se o número diário de ninfas de 3^o e 4^o instares necessários para a condução da parte experimental

4.2.2 Criação de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae).

A criação de manutenção do coccinelídeo foi conduzida em câmara climática, em temperatura de 25 ± 1 °C e umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 24 horas.

Larvas e adultos de *Scymnus (Pullus) argentinicus* foram coletados no pomar de fruticultura (*Citrus* sp.) do Campus da Universidade Federal de Lavras. Os insetos foram mantidos em copos plásticos transparentes de 5,5 cm de altura x 8 cm de diâmetro, com base revestida de papel de filtro branco, umedecido com água e vedados com PVC laminado. Nesse recipiente, foi colocado um outro pedaço de papel de filtro de 2 x 4 cm dobrado em forma de sanfona, como substrato de oviposição. O alimento fornecido constituiu de ninfas e adultos do pulgão verde *S. graminum*.

Os adultos recém emergidos foram separados em grupos de 10 casais e mantidos em copos plásticos transparentes para cópula e obtenção de ovos. As posturas foram mantidas neste recipiente até a eclosão das larvas, sendo transferidas para outro recipiente para acompanhamento e separação dos estágios larvais, de acordo com o ínstar.

4.2.3 Resposta Numérica

Larvas de *S. (Pullus) argentinicus* foram criadas separadamente de forma a ter-se 20 repetições para cada densidade em estudo. Os adultos recém-emergidos em cada densidade foram separados por sexo, através da observação das características morfológicas externas sob microscópio estereoscópio (Santos, 1992). Cada casal foi isolado em recipientes plásticos de 5,5 cm de altura x 8 cm de diâmetro, onde as fêmeas ficaram expostas aos machos por um período de 48 horas para cópula, sendo alimentados com a mesma densidade de origem. No total foram utilizados 5 casais para cada densidade. Após este período, os machos foram descartados, sendo as fêmeas conservadas nos recipientes de

criação, forrados com papel de filtro, contendo um disco foliar de sorgo de 3,6 cm de diâmetro, sendo esses recipientes cobertos com filme de PVC. Essas fêmeas foram alimentadas com 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas de 3^o e 4^o instares do pulgão, respectivamente, sendo estas densidades repostas diariamente, após cada avaliação. Em cada recipiente plástico foi colocado um pedaço de papel de filtro de 2 x 4 cm dobrados em forma de sanfona, para oviposição.

As observações foram realizadas a cada 24 horas, avaliando-se: a) o número total de presas mortas em cada densidade, b) a fecundidade pelo número de ovos/fêmea/dia, c) a viabilidade dos ovos, em cada densidade e d) o período embrionário. As avaliações foram realizadas durante 64 dias, com exceção do ciclo biológico. Este período não corresponde à longevidade total das fêmeas mas sim ao período vegetativo do sorgo BR 301 utilizado nas criações do pulgão.

4.2.4 Análise estatística

A avaliação da resposta numérica, constou de um experimento no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5 com 5 repetições, sendo 5 fêmeas de *S. (Pullus) argentinicus* para 5 densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares do pulgão *S. graminum*.

Os tratamentos consistiram das combinações de 5 fêmeas de *S. (Pullus) argentinicus* utilizando-se 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas do pulgão respectivamente, sendo 1 fêmea por repetição.

As análises de variância foram realizadas considerando o delineamento inteiramente casualizado sendo os dados de viabilidade dos ovos transformados por \sqrt{x} e para o ciclo biológico foram utilizados dados originais.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a predação, a fecundidade, o período embrionário e a viabilidade dos ovos de fêmeas de *S. (Pullus) argentinicus* em cinco densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares do pulgão verde *S. graminum* obtidos durante o estágio larval e adulto do predador, se encontram na Tabela 5 e Figura 4. A predação das ninfas pelas fêmeas do coccinelídeo aumenta com a disponibilidade das presas (Figura 4a). A fecundidade das fêmeas apresentou uma tendência de aumento nas densidades 30 e 35 (Figura 4b), o mesmo ocorrendo com a viabilidade dos ovos (Figura 4c). O período embrionário diminuiu com o aumento da densidade das presas (Figura 4d).

TABELA 5. Predação, fecundidade, viabilidade dos ovos e período embrionário de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Parâmetro avaliado	Densidades					C.V%
	10	20	25	30	35	
Predação	7,9 e	12,6 d	15,9 c	17,5 b	19,3 a	3,40
Fecundidade	4,7 a	4,4 a	4,1 a	5,7 a	5,9 a	32,02
Viabilidade dos ovos	2,5 a	2,6 a	2,3 a	3,3 a	3,5 a	15,67
Período embrionário	4,8 a	4,5 b	4,2 c	4,3 cd	4,1 d	1,78

Médias seguidas por letras distintas na linha diferiram entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade.

Houve influência das densidades de presas disponíveis para o predador na fecundidade e conseqüentemente na viabilidade dos ovos (Tabela 5), mesmo que esta não tenha sido significativa. A predação pelas fêmeas aumentou de acordo com o aumento da disponibilidade de presas, 7,9; 12,6; 15,9; 17,5; 19,3 respectivamente em cada parâmetro avaliado. Essa disponibilidade, resultou em uma maior fecundidade e viabilidade nas densidades de 30 e 35 pulgões (Tabela 5). Esta análise segue as descritas por Hassel (1978) em que o aumento da densidade da presa, provoca um aumento na fecundidade até atingir

uma assíntota. Em relação ao período embrionário, foi constatado um decréscimo significativo em função do aumento da densidade. Assim, nas densidades compreendidas entre 10 a 25 ninfas, há um decréscimo na fecundidade de 4,7 para 4,1 e na viabilidade dos ovos de 2,5 para 2,3, podendo-se deduzir que acima desta faixa as fêmeas conseguiram acumular reservas para aumentar a oviposição como pode ser observado na Figura 4B. Estes resultados diferem daqueles obtidos por Garcia, Zapata e Bel (1975) os quais estimaram a existência de um ponto ótimo para fecundidade de *Scymnus* sp. quando foi criado em pulgões *A. gossypii*.

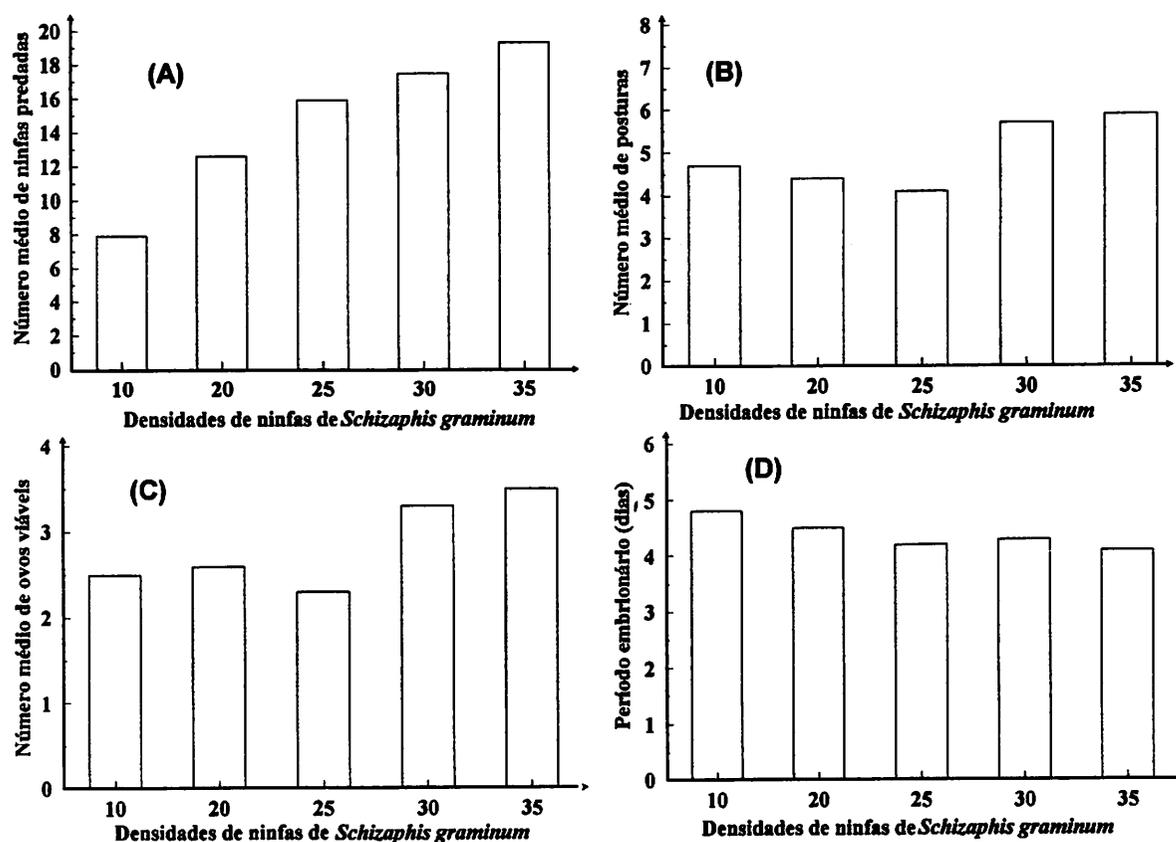


FIGURA 4. Capacidade de predação (A), fecundidade (B), viabilidade dos ovos (C) e período embrionário em dias (D) de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

Os resultados mostrados na Figura 5 e Tabela 6 evidenciaram que a duração do período embrionário, de larva, de pupa e do ciclo biológico de *S. (Pullus) argentinicus* alimentando-se com ninfas de 3^o e 4^o instares de *S. graminum* em diferentes densidades é variável. Existe uma tendência de redução nas diversas fases e em consequência do ciclo biológico do predador, conforme se aumenta a densidade da presa, sendo este fato mais evidente quando aumenta a densidade de 10 para 20 e de 30 para 35 afídeos respectivamente, como pode ser também observado pela Figura 5. A maior predação de *S. (Pullus) argentinicus* em resposta ao aumento da disponibilidade de presas, resulta em uma redução no ciclo biológico de 25,5; 22,8; 22,4; 22,2; 21,3 respectivamente para cada densidade estudada, concordando com os resultados obtidos por Hodek (1967). a fase de pupa apresentou uma maior redução da densidade 10 para 20 com médias de 11,9 para 10,2, tornando-se uniforme e constante nas densidades 25 e 30. A fase larval não apresentou reduções consideráveis com o incremento das densidades de presa e as médias observadas nas diversas densidades foram 9,0; 8,4; 8,4; 8,4 e 8,0 respectivamente, diferindo dos resultados obtidos por Legaspi e O'Neil (1994) para ninfas de *P. maculiventris* que apresentaram um tempo de desenvolvimento mais curto quando alimentadas em altas densidades da presa *E. varivestis*. No entanto, estes resultados são próximos daqueles obtidos por Holling (1961), Solomon (1969) e Wright e Lang (1980), os quais observaram que em maiores densidades de presas, o predador terá maiores condições de sobreviver, completar seu desenvolvimento mais rápido, e produzindo adultos mais fecundos.

TABELA 6. Duração das fases de ovo, larva, pupa e ciclo biológico de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Duração das fases (em dias)	Densidades				
	10	20	25	30	35
Ovo	4,6	4,4	4,0	4,0	3,7
Larva	9,0	8,4	8,4	8,4	8,0
Pupa	11,9	10,2	10,0	9,8	9,6
Ciclo biológico	25,5	22,8	22,4	22,2	21,3

A resposta numérica obtida para *S. (Pullus) argentinicus* neste trabalho coincide com aquela descrita por Holling (1961) indicando que a densidade dos predadores na natureza aumenta com o aumento da densidade de presas; também os resultados de Wright e Lang (1980) para o coccinelídeo *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* que mostrou ter maior resposta numérica em altas densidades de afídeos, devido a sua maior fecundidade. É concordante ainda com as observações de Ofuya e Akingbohunge (1988) onde a fecundidade de *Cheilomenes lunata* aumentou até um patamar com o aumento da densidade da presa. O maior consumo de *S. (Pullus) argentinicus* com o aumento da densidade de 10 até a densidade 35, reflete na obtenção de adultos mais fecundos com uma maior viabilidade dos ovos e de um período embrionário mais curto, como foi apresentado na Tabela 6 e Figura 4A, 4B, 4C e 4D.

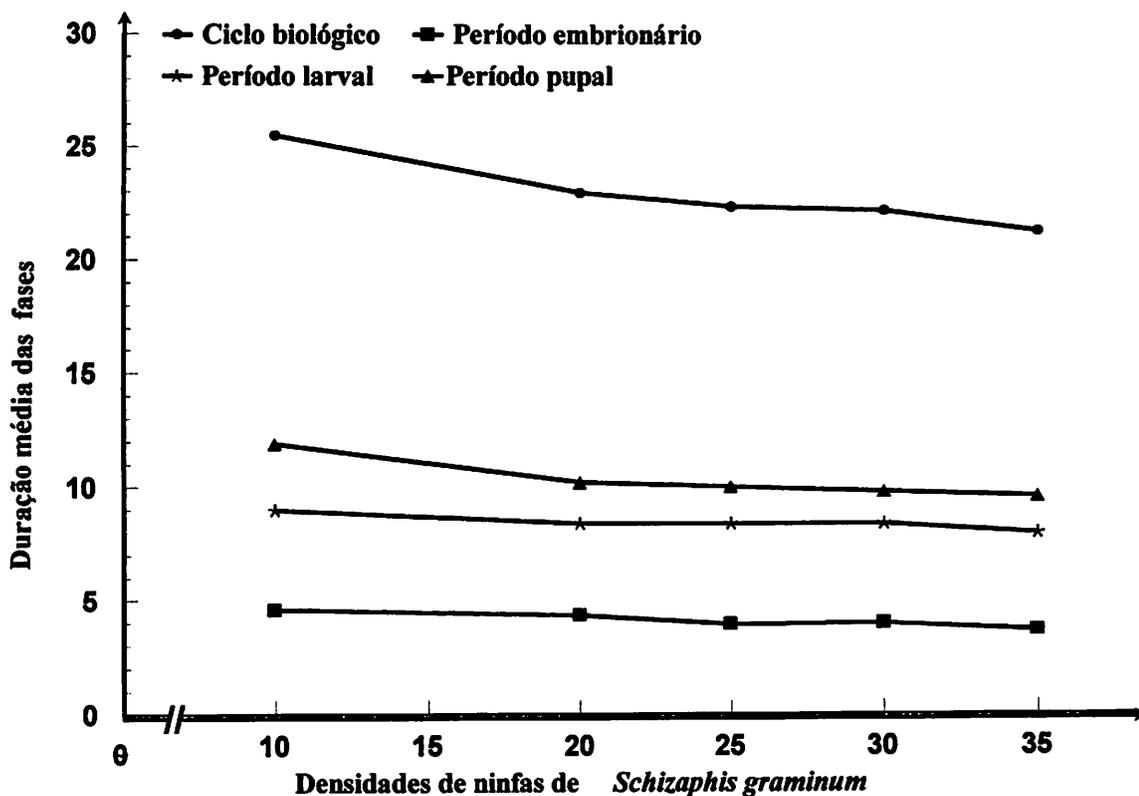


FIGURA 5. Período embrionário, período larval, período pupal e ciclo biológico de *Scymnus (Pullus) argentinicus* em diferentes densidades de ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*. Temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 14 horas.

A resposta numérica mostrou como um predador tem sua relação com a presa, podendo através dessa resposta ter-se um passo para o conhecimento da eficiência do inimigo natural no controle da praga. Dessa forma, essa resposta pode revelar o quanto o inimigo natural consegue aumentar o seu número em relação a população da praga, e o quanto ele consegue reduzir essa população a um ponto de equilíbrio para ambos.

4.4 CONCLUSÕES

1. Observou-se uma redução no desenvolvimento das fases jovens de *S. (Pullus) argentinicus* nas diversas densidades devido principalmente a redução do período pupal.

2. A capacidade de oviposição de *S. (Pullus) argentinicus* tende a ser maior conforme o aumento da densidade tornando-se mais evidente quando se passa da densidade 30 para 35.

3. O período embrionário e a viabilidade dos ovos de *S. (Pullus) argentinicus* foram influenciados pelas densidades de *S. graminum* disponíveis durante a fase adulta do predador.

4. A fecundidade, bem como a viabilidade dos ovos, tende a ser maior com o aumento da densidade de 30 para 35 pulgões. O período embrionário tende a diminuir com o aumento da disponibilidade de presas.

5. A resposta numérica de *S. (Pullus) argentinicus* é direta, devido a obtenção de um ciclo biológico mais curto, fêmeas mais fecundas, maior viabilidade dos ovos e período embrionário mais curto ao aumentar a disponibilidade de presas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTOSZEK, A. B. Afideos da macieira (*Pyrus malus* L.), seus predadores e parasitas. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, v.4, n.34, p.33-74, 1975.
- CHAGAS, E.F. das; SILVEIRA NETO, S. Uso de coletor de sucção no estudo da entomofauna em um pomar cítrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.10, p. 1125-1140, 1985.

- GASSEN, D.; TAMBASCO, F.J. Controle biológico de pulgões do trigo no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.104, p.49, 1993.
- GRAVENA, S. Dinâmica populacional do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) e inimigos naturais associados ao sorgo granífero em Jaboticabal, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.8, n.2, p.325-334, 1979.
- GARCIA, U.B.; ZAPATA, M.T.; BEL, A.N. Respuesta funcional y numérica de *Scymnus* sp a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v.18, n.1, p.53-58, 1975.
- HAGEN, K. S. Role of nutrition in insect management. **Proc. Tall. Timbers. Conf. Ecol. Anim. Control. Habitat manag.** v. 6, p.221-261, 1976
- HASSEL, M.P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems.** Princeton : Princeton University Press, 1978.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.12, p.79-104, 1967.
- HOLLING, C. S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.6, p.163-182, 1961.
- LEGASPI, J.C.; O'NEIL, R.J. Development response of nymphs of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) reared with low numbers of prey. **Environmental Entomology**, West Lafayette, v.23, n.2, p.374-380, 1994.
- OFUYA, T.I.; AKINGBOHUNGBE, A.E. Functional and numerical responses of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**, v.9, n.4, p.543-546, 1988.
- NARANJO, S.E.; GIBSON, B.L.; WALGENBACH, D.D. Development, survival and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera: Coccinellidae), an imported predator of Russian wheat aphid, at four fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.83, n.3, p. 527- 531, 1990.
- RICE, M.E.; WILDE, G.E. Experimental evolution of predators and parasitoids in supressing greenbugs (Homoptera: Aphididae) in sorghum and wheat. **Environmental Entomology**, West Lafayette, v.17, n.5, p.836-841, 1988.
- SANTOS, T. M. dos. Aspectos morfológicos e efeitos da temperatura sobre a biologia de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentados com pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). Lavras: ESAL, 1992. 107p. (Tese - Mestrado em Fitossanidade)

SOLOMON, M. E. **Population dynamics**. Londres : Edward Arnold, 1969. 59p. (Study, 18).

WRIGHT, E.J.; LANG, J.E. Numerical response of coccinellids to aphids in corn in Southern Ontário. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.112, n.10, p.977-988, 1980.

ANEXOS

Tabela 7. Quadro de análise de variância para densidades de ninfas de *Schizaphis graminum* e fases de *Scymnus (Pullus) argentinicus*.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Densidades	4	0,9711	0,2427	8,4539	0,00003
Fases	2	34,8379	17,4189	606,5421	0,00001
Densidades x Fases	8	0,1926	0,0240	0,8385	0,57126
Resíduo	135	3,8769	0,2871		
Total	149				

Média geral : 2,08

C.V%: 6,0

Tabela 8. Teste de Tukey para médias de densidades de ninfas de *Schizaphis graminum* predadas por fêmeas de *Scymnus (Pullus) argentinicus*.

Tratamento	Médias	5%	1%
10	8,2	a	A
20	7,4	b	AB
25	7,2	b	B
30	7,2	b	B
35	6,8	b	B

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Tabela 9. Teste de Tukey para médias das fases de desenvolvimento de *Scymnus (Pullus) argentinicus*.

Tratamento	Médias	5%	1%
Pupa	10,3	a	A
Larva	8,4	b	B
Ovo	4,1	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Tabela 10. Médias originais para as fases de ovo, larva e pupa de *Scymnus (Pullus) argentinicus* nas densidades 10, 20, 25, 30 e 35 ninfas de 3^o e 4^o instares de *Schizaphis graminum*, em 10 repetições.

	Densidades				
	10	20	25	30	35
Ovo	5,0	4,5	4,0	4,5	3,5
	4,5	5,0	4,0	3,0	4,5
	5,0	5,0	3,0	4,0	3,0
	5,0	4,5	3,0	4,0	4,0
	4,5	4,5	4,5	5,0	3,0
	4,5	3,0	4,5	3,0	3,0
	5,0	3,5	4,5	4,0	4,0
	3,0	4,0	5,0	4,0	3,5
	4,5	5,0	4,0	4,0	4,0
	5,0	4,5	3,0	4,5	4,5
Médias	4,6	4,4	4,0	4,0	3,7
Larva	10,0	10,0	9,0	10,0	9,0
	10,0	7,0	8,0	7,0	7,0
	7,0	9,0	10,0	9,0	8,0
	9,0	10,0	7,0	8,0	9,0
	10,0	8,0	7,0	9,0	8,0
	9,0	7,0	10,0	7,0	10,0
	7,0	8,0	8,0	8,0	9,0
	11,0	7,0	9,0	9,0	6,0
	8,0	9,0	6,0	8,0	7,0
	9,0	9,0	10,0	9,0	7,0
Médias	9,0	8,4	8,4	8,4	8,0
Pupa	12,0	11,0	10,0	10,0	9,0
	11,0	12,0	10,0	10,0	10,0
	12,0	13,0	10,0	10,0	10,0
	13,0	11,0	10,0	9,0	9,0
	12,0	9,0	11,0	10,0	9,0
	13,0	10,0	10,0	9,0	10,0
	11,0	8,0	10,0	11,0	10,0
	11,0	9,0	9,0	10,0	10,0
	13,0	10,0	10,0	10,0	9,0
	11,0	9,0	10,0	9,0	10,0
Médias	11,9	10,2	10,0	9,8	9,6