



**LUCIANE DA ROCHA**

**ATIVIDADE DE PREDACÃO DE ADULTOS DE *Cosmoclopius nigroannulatus* STAL (HEMIPTERA: REDUVIIDAE) SOBRE NINFAS DE *Spartocera dentiventris* (BERG) (HEMIPTERA: COREIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de

Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Insetos

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>ª</sup> Luiza Rodrigues Redaelli

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2002

ATIVIDADE DE PREDACÃO DE ADULTOS DE *Cosmoclopius nigroannulatus* STAL (HEMIPTERA: REDUVIIDAE) SOBRE NINFAS DE *Spartocera dentiventris* (BERG) (HEMIPTERA: COREIDAE)

**LUCIANE DA ROCHA**

Aprovada em / /2002.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elena Diehl

---

Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Júnior

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena Piccoli Romanowski

" Como organismos biológicos, feitos de matéria, somos sujeitos às leis da Física e da Biologia; como pessoas conscientes, que criam a própria história, somos livres para decidir como esta história deve ser. Sem a Ciência, não teríamos noção de igualdade; sem a arte, nenhuma idéia de liberdade..."

(Auden, W. H.)

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup> Luiza Rodrigues Redaelli pela orientação deste trabalho e, sobretudo, pela amizade, atenção e apoio sempre presentes.

Ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia – UFRGS, pelo uso do Laboratório de Biologia e Ecologia de Insetos e das áreas experimentais.

Ao Eng.<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Anduir Lenhardt pelo fornecimento das mudas de fumo.

Ao Sr. André Ilha, representante da EMPLAL – Embalagens Plásticas LTDA, pela doação dos potes de plástico utilizados no experimento.

Ao Departamento de Plantas de Lavoura por ter cedido os implementos agrícolas para o preparo da área experimental.

Ao funcionário Miguel Otaviano Barcelos pelo auxílio no preparo do solo e manutenção da área experimental.

Ao bolsista de Iniciação Científica Marcelo Gomes Steiner, o “meu braço direito” neste trabalho, pela sua dedicação e responsabilidade.

Ao colega Celson Roberto Canto Silva pelas discussões e auxílio na interpretação dos dados.

Aos Professores Doutores José Fernandes Barbosa Neto e João Riboldi pelo auxílio estatístico na análise dos dados e no uso do aplicativo SAS System.

À Coordenação do PPG Biologia Animal pelos auxílios financeiros concedidos para a participação em eventos.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Ao pessoal do Laboratório pelo convívio, discussões, festas e principalmente pela amizade.

Aos meus pais, Marino e Lurdy da Rocha, pelo incentivo e estímulo, sempre constantes.

Ao Biólogo, muito especial, Carlos Eduardo G. Nascimento, pelos anos de convivência e apoio.

## RESUMO

O comportamento alimentar de insetos predadores determina o impacto que causam às populações com as quais interagem. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta funcional e a extração de alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) em diferentes densidades de ninfas de 1º ínstar de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae). Os insetos foram obtidos de uma criação mantida em uma lavoura experimental de fumo em Porto Alegre, RS, Brasil. O experimento foi em laboratório ( $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $80 \pm 5\%$  UR; fotofase de 12h), sendo utilizados 10 adultos, recém-emergidos, de cada sexo de *C. nigroannulatus* em cada uma das cinco densidades ( $N$ ) de ninfas (5, 15, 25, 35 e 45) de *S. dentiventris*. Os predadores foram observados individualmente por cinco dias, a cada 24h ( $T$ ), registrando-se o número e o peso de ninfas mortas e/ou consumidas ( $Na$ ), o peso do predador ( $Pb$ ) e o das ninfas remanescentes e o tempo gasto para a ingestão do alimento ( $Ti$ ). Foram ainda estimados o tempo de manuseio ( $Tm$ ), tempo de busca ( $Tb$ ), eficiência de busca ( $E$ ) e taxa de ataque ( $a'$ ). Em relação à extração de alimento foram estimadas a quantidade e o percentual de alimento extraído de cada ninfa ( $Pe$ ), a quantidade extraída por minuto ( $Pe/min$ ), as sobras ( $S$ ) e a taxa de consumo relativa ( $RCR$ ). Para a avaliação da extração de alimento cada tratamento foi pesado, com os seguintes resultados: 5,1 14,7, 29,8, 30,6 e 44,8mg de ninfas (oferecidas aos machos) e 5,5, 14,7, 31,1, 37,4 e 48,5mg de ninfas (oferecidas às fêmeas). Foi encontrada correlação positiva entre  $Na$  e a densidade ( $N$ ), sendo que as fêmeas ingeriram mais ninfas que os machos.  $Tm$  foi maior nos machos (3,0h) que nas fêmeas (1,9h), tendo o tempo de manuseio total ( $Tm \times Na$ ) aumentado com a densidade.  $Tb$ ,  $E$  e  $a'$  apresentaram correlação negativa em relação à densidade. Os componentes da resposta funcional foram ajustados ao modelo randômico da equação dos discos de Holling ( $Na = N \{1 - \exp[-a'(T - TmNa)]\}$ ), evidenciando o tipo II (curvilíneo) de resposta funcional como característico da espécie. Com o aumento da quantidade de ninfas oferecidas evidenciou-se aumento no consumo total de ninfas ingeridas em mg ( $Na$ ), bem como em  $Pe$ ,  $Pb$ ,  $S$  e  $RCR$ . Já em relação ao  $Na$  e  $Pe$ , em termos percentuais, e  $Pe/min$  verificou-se uma diminuição, sendo que as fêmeas consumiram e ganharam mais peso que os machos. Com os machos, a estabilização de  $Na$  e  $Pe$  ocorreu em torno da quantidade 29,8 mg de ninfas oferecidas. Quanto às fêmeas, a estabilização do consumo foi por volta de 31,1 mg de ninfas oferecidas. Não se encontrou correlação entre o tempo de ingestão ( $Ti$ ) e a quantidade de ninfas, sendo que as fêmeas ingerem mais rapidamente ( $19,9 \pm 2,26\text{min}$ ) que os machos ( $23,9 \pm 1,29\text{min}$ ). Os resultados sugerem que o comportamento alimentar de *C. nigroannulatus* sobre ninfas de 1º ínstar de *S. dentiventris* está diretamente relacionado à quantidade de presas disponíveis, podendo ser considerado um agente potencial para o controle biológico.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. A interação predador-presa.....	1
1.2. Resposta funcional.....	3
1.3. Extração de alimento.....	12
1.4. Modelos matemáticos utilizados para determinar os tipos de resposta funcional e estimar parâmetros.....	14
1.5. Resposta funcional em reduvídeos.....	19
2. OBJETIVOS.....	23
2.1. Objetivos gerais.....	23
2.2. Objetivos específicos.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Estabelecimento da cultura experimental de fumo.....	24
3.2. Criação de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	25
3.3. Obtenção de adultos de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> .....	25
3.4. Experimento-piloto.....	29
3.5. Avaliação da resposta funcional.....	30
3.6. Avaliação da extração de alimento.....	30
3.7. Estimativa de parâmetros e análise numérica.....	31
4. SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	34
4.1. Resultados gerais.....	34
4.2. Considerações finais.....	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
6. ARTIGO I: Resposta funcional de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> a diferentes densidades de ninfas de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	48
7. ARTIGO II: Extração de alimento por <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> Stal (Hemiptera: Reduviidae) de ninfas de primeiro ínstar de <i>Spartocera dentiventris</i> (Berg) (Hemiptera: Coreidae).....	70
8. ANEXOS.....	95

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Tipos de resposta funcional: I ou linear (A), II ou curvilínea (B), III ou sigmoidal (C) e IV ou cupuliforme (D).....	5
2. Área experimental de fumo ( <i>Nicotiana tabacum</i> ), Departamento de Fitossanidade, UFRGS, Porto Alegre (30°01'S e 51°13'W), RS, para a criação massal de <i>Spartocera dentiventris</i> e <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> .....	24
3. Gaiola de tecido tipo voile para a obtenção de posturas de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	26
4. Ovos de <i>Spartocera dentiventris</i> em placa de Petri mantida em estufa do tipo BOD.....	27
5. Ninfas de 1º instar de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	27
6. Ninfa de 5º instar de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> .....	28
7. Potes de plástico transparente utilizados para a individualização das ninfas e adultos de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> .....	28
8. Adultos de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> . Macho (A) (ausência de sulco mediano no 8º segmento do abdome) e fêmea (B) (presença do sulco).....	29
9. Adulto de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> inserindo o aparelho bucal em uma ninfa de 1º instar de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	31

### ARTIGO I

1. Resposta funcional registrada em fêmeas (A) e machos (B) de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> em diferentes densidades de ninfas de 1º instar de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	68
2. Resposta funcional estimada pelo modelo randômico em fêmeas e machos de <i>Cosmoclopius nigroannulatus</i> em diferentes densidades de ninfas de 1º instar de <i>Spartocera dentiventris</i> .....	69

### ARTIGO II

1. Percentual de consumo total ( $N_a$ )(%) de machos (n=10) (A) e fêmeas (n=10) (B) de <i>C. nigroannulatus</i> em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de <i>S. dentiventris</i> .....	91
2. Quantidade de alimento extraído de cada ninfa ( $P_e$ ) (mg) de 1º instar de <i>S. dentiventris</i> , nas diferentes quantidades, por machos (n=10) (A) e fêmeas (n=10) (B) de <i>C. nigroannulatus</i> .....	92
3. Quantidade de alimento extraído por minuto ( $P_{e/min}$ ) (mg/min) de cada ninfa de 1º instar de <i>S. dentiventris</i> , em diferentes quantidades, por	



machos (n=10) (A) e fêmeas (n=10) (B) de <i>C. nigroannulatus</i> .....	93
4. Peso médio ( <i>Pb</i> ) (mg) de machos (n=10) e fêmeas (n=10) de <i>C. nigroannulatus</i> em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de <i>S. dentiventris</i> .....	94

## RELAÇÃO DE TABELAS

Página

### ARTIGO I

1. Número médio, observado (valor bruto), observado (transformado em  $\sqrt{(x+1)}$ ) e estimado ( $\pm$  E P) de ninfas consumidas ( $N_a$ ) por fêmeas e machos de *Cosmoclopius nigroannulatus* em relação as diferentes densidades ( $N$ ) de ninfas de 1º instar de *Spartocera dentiventris*..... 65
2. Valores médios do tempo de manuseio total ( $T_{m_{total}}$ ), tempo de busca ( $T_b$ ), taxa de ataque ( $a'$ ) e eficiência de busca ( $E$ ) de fêmeas e machos de *Cosmoclopius nigroannulatus* em diferentes densidades ( $N$ ) de ninfas de 1º instar de *Spartocera dentiventris*..... 66

### ARTIGO II

1. Valores médios ( $\pm$  E P) do peso total ingerido ( $N_a$ ) (mg e %), peso extraído por presa ( $Pe$ ) (mg e %), tempo de ingestão ( $T_i$ ) (min), peso extraído por minuto ( $Pe/min$ ) (mg/min) e sobras de alimento por presa ( $S$ ) (mg) por adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*..... 87
2. Valores médios ( $\pm$  E P) do percentual de consumo, por dia, por adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* alimentados com diferentes quantidades (mg) de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*..... 88
3. Valores médios ( $\pm$  E P) do ganho de peso (mg/dia), peso corporal médio ( $P_b$ ) (mg) em 24h ( $T$ ) e taxa de consumo relativo ( $RCR$ ) (mg/mg/dia) por adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*..... 89

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. A interação predador-presa

O conhecimento da bioecologia de inimigos naturais de espécies associadas a plantas de interesse econômico, incluindo a compreensão de sua dinâmica populacional e a maneira pelo qual interagem são fundamentais para determinar a eficiência destes em programas de controle biológico (Huffaker & Gutierrez, 1999)

Entre os inimigos naturais de insetos destacam-se os predadores e os parasitóides. Os predadores, por sua vez, se caracterizam por capturarem e consumirem suas presas (Krebs, 1985), podendo ser monófagos, alimentando-se somente de um tipo de presa; oligófagos, capturando alguns tipos de presas e polífagos, utilizando vários tipos de presas (Garcia, 1991).

A eficiência de um predador é medida em termos da sua habilidade em localizar presas, da capacidade de sobreviver quando a densidade de presas é baixa, da flexibilidade de mudar para recursos alternativos quando os preferenciais não estão disponíveis, da sincronia sazonal reprodutiva predador-presa e do seu poder de dispersão (Begon & Mortimer, 1986). Além destes, fatores como a aceitação da presa e o grau de especialização também devem ser levados em conta, sendo todos importantes na dinâmica predador-presa.

A abundância de presas, por sua vez, poderá determinar diferentes tipos de resposta em uma população de predadores, onde todo o indivíduo necessita de uma certa quantidade de alimento para crescer e se reproduzir. Se a densidade de presas for alta, haverá um maior consumo do predador com um mínimo esforço e tempo. Caso contrário, o predador terá que caçar persistentemente, gastando mais tempo e energia (Begon *et al.*, 1990).

Solomon (1949), atribuiu os termos “resposta funcional” e “resposta numérica”, para caracterizar, respectivamente, as mudanças de comportamento do predador e o aumento da população do mesmo, através da reprodução, em função da abundância de presas. Para a combinação destes dois tipos de resposta o autor atribuiu o termo resposta global.

Holling (1959a; 1959b; 1961; 1965) ampliou a análise da interação predador-presa, estudando a resposta global em insetos e vertebrados, dividindo-a em partes e modelando-a em blocos, tais como: procura e perseguição pela presa, manipulação, pausa digestiva, fome do predador, entre outros.

Murdoch (1971) atribuiu o termo “resposta de crescimento” para complementar a resposta funcional e a numérica. Este tipo de resposta pressupõe que os predadores, ao aumentarem o consumo nas densidades maiores de presas, terão um maior tamanho corporal e, devido a isso, poderão causar um maior impacto na população de presas.

Na interação predador-presa, uma outra característica comum é a ocorrência de ciclos regulares ou oscilações na população de ambos, interagindo reciprocamente. Estas oscilações foram estudadas inicialmente por Lotka e Volterra na década de 20, os quais elaboraram as primeiras descrições matemáticas das interações predador-presa (Ricklefs, 1996). Conforme o modelo Lotka-Volterra, os predadores poderão reduzir o número de suas presas e estes, por sua vez teriam seus números reduzidos, devido a escassez de presas. Sendo assim, presa e predador, agiriam como fatores dependentes da densidade (Solomon, 1980; Berryman, 1992).

## **1.2. Resposta funcional**

Os diferentes tipos de resposta dos predadores em relação às suas presas (funcional, numérica e global) formam uma estrutura fundamental neste tipo de interação, visto que os componentes destas respostas poderão determinar até quando um predador

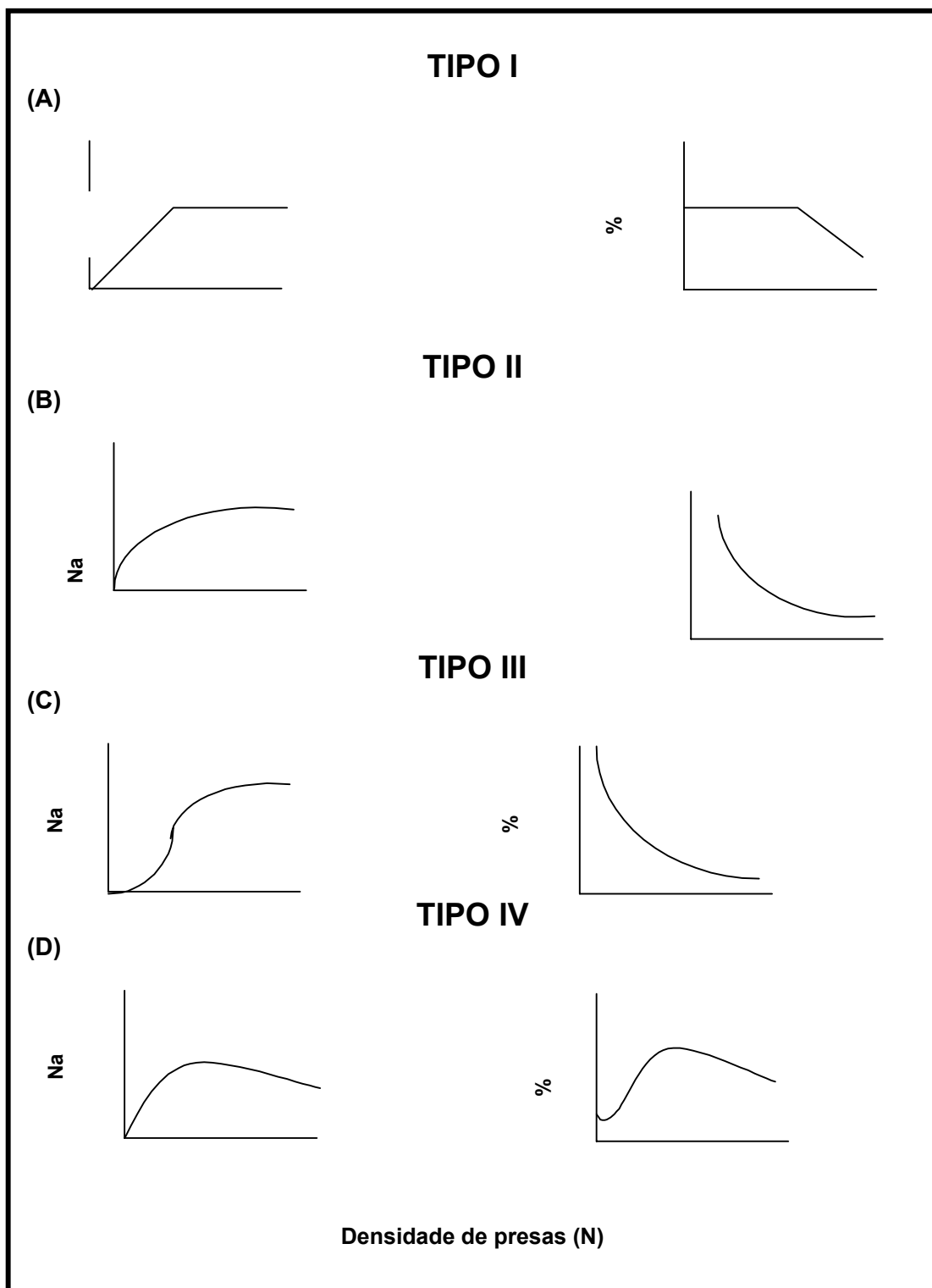
afetará o número de presas (Holling, 1965). A resposta funcional, por sua vez, é apenas um dos elementos de uma série de fatores que poderão afetar a dinâmica das populações envolvidas, referindo-se apenas à taxa de consumo do predador diante da densidade de presas sendo estas consideradas em número e/ou peso (biomassa) (Begon & Mortimer, 1986; Garcia, 1991).

Segundo Holling (1959a; 1961) há quatro tipos de resposta funcional, sendo que estes são determinados, principalmente pela densidade de presas. Deve ser considerado também um conjunto de componentes que inclui o tempo em que o predador e a presa ficam expostos um ao outro ( $T$ ); o tempo de busca do predador pela presa ( $T_b$ ); a taxa instantânea de descoberta ou taxa de ataque ( $a'$ ) (proporção de ataques bem sucedidos durante a busca); a eficiência de busca ( $E$ ) (considerada um complemento da taxa de ataque) e o tempo de manuseio ( $T_m$ ).

A taxa de ataque leva em conta a proporção de ataques bem sucedidos durante a busca (Holling, 1959a). Em condições naturais, a taxa de ataque depende do comportamento alimentar do predador que, por sua vez, depende da eficiência em localizar o habitat da presa e atacá-la (Hassel, 1982). Além disso, a taxa de ataque considera a distância relativa do predador em relação à sua presa, os movimentos de ambos, além da captura bem sucedida (Holling, 1966).

O tempo de manuseio engloba o tempo que o predador gasta em perseguir e dominar a presa, o tempo gasto para ingerir a mesma, o período de pausa digestiva após a ingestão (Holling, 1966), além do tempo gasto em preparar a presa (Kaspari, 1990). O tempo de manuseio é considerado o componente mais importante da resposta funcional por influenciar a taxa de ataque e a eficiência de busca dentro de uma unidade ambiental, determinando as diferentes curvas que definem os quatro tipos de respostas funcionais: tipo I (linear); tipo II (curvilínea); tipo III (sigmoide) e tipo IV (cupuliforme) (Beddington, 1975; Hassel *et al.*, 1976; Jervis & Kidd, 1996).

Na resposta tipo I, o consumo de presas aumenta linearmente com o aumento da densidade das mesmas (Figura 1A). Para este tipo de resposta ocorrer, o tempo de manuseio do predador deverá ser praticamente zero, podendo ser observada em indivíduos filtradores, onde a manipulação do alimento praticamente não existe (Begon *et al.*, 1990). Este tipo de resposta também pode ser encontrado em insetos predadores.



Nordlund & Morrison (1990), em pesquisa desenvolvida nos Estados Unidos da América (EUA), evidenciaram o tipo I de resposta em larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) predando tanto ovos e larvas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) quanto *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae).

No tipo II de resposta funcional, a taxa de consumo aumenta com a densidade de presas até alcançar um platô, a partir do qual, a taxa de consumo permanece constante, deixando de responder a novos aumentos na densidades de presas. (Figura 1B). Segundo Holling (1959a), neste tipo de resposta, o tempo de manuseio do predador é sempre o mesmo e não depende da densidade de presas ( $N_a$ ). Entretanto, ao considerar o tempo de manuseio total ( $T_m \times N_a$ ), este crescerá na medida em que a densidade de presas aumenta, diminuindo o tempo de busca. Por conseguinte, a taxa de consumo alcançará logo um platô que é determinado pelo tempo de manuseio total durante o tempo de exposição. Assim, a curva tipo II é delimitada simplesmente pelo término do tempo de manuseio e pela taxa de ataque, que diminui com o aumento da densidade neste tipo de resposta (Hassel *et al.*, 1976).

A resposta funcional do tipo II é observada com mais frequência em invertebrados, sendo encontrada na maioria dos insetos. No entanto, alguns fatores intrínsecos do predador, o tipo de substrato onde a presa se encontra, as condições ambientais ou os tipos de presas podem induzir outros tipos de resposta (Hassel *et al.*, 1976). Heimpel & Hough-Goldstein (1994), em cultura de batata nos EUA, verificaram que o tipo de resposta funcional de *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre larvas de *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae), não se ajustou a nenhum modelo descrito. Esta complexidade nos resultados encontrados foi atribuída, por estes autores, à descontinuidade verificada no número de larvas ingeridas, provavelmente devido à fatores intrínsecos do predador. Em relação ao tipo de substrato da presa, Coll & Ridgway (1995), registraram diferentes tipos de resposta funcional ao estudarem o

comportamento predatório de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) sobre trips em tomate, feijão e pimenta. Os resultados evidenciaram o tipo II de resposta do trips em folhas de feijão e pimenta e o tipo I em folhas de tomateiro. Os autores referem que a presença dos tricomas na folha do tomateiro pode ter influenciado a eficiência de busca do predador.

O tipo III de resposta funcional, diante de uma densidade de presas elevada, é semelhante ao tipo II. Porém, quando a densidade de presas é mais baixa, há uma fase de aceleração durante a qual, um aumento da densidade poderá conduzir a um aumento mais linear do que a taxa de consumo, ocasionando uma curva sigmoideal (Hassel *et al.*, 1977) (Figura 1C). Este tipo de resposta somente surgirá quando um aumento na densidade de presas conduzir ao incremento da taxa de ataque e uma diminuição do tempo de manuseio. Deste modo, estes dois componentes juntos determinarão a taxa de consumo, que poderá crescer mais do que se poderia esperar (Holling, 1959a; Hassel *et al.*, 1977). Na resposta tipo III, a taxa de consumo diminui nas baixas densidades de presas devido a fatores como a heterogeneidade de habitats, que proporciona maiores esconderijos para as presas; baixa eficiência de caça do predador e troca para fontes alternativas de alimento quando as presas estão escassas (Murdoch 1973; Trexler *et al.*, 1988 e Ricklefs, 1996). A resposta tipo III é mais comum em vertebrados, embora alguns estudos tenham demonstrado que poderá ocorrer em invertebrados, principalmente quando não estão diante de suas presas preferenciais. Segundo Hassel *et al.* (1977), este tipo de resposta pode ser vantajosa, já que em baixas densidades o predador diminuirá seus esforços investindo uma maior quantidade de energia no tempo de manuseio com a presa, ou extrairá menos alimento de cada presa nas grandes densidades, reduzindo o tempo de manuseio. Deste modo a resposta tipo III corrobora a teoria do forrageamento ótimo que estabelece que os recursos do ambiente (disponibilidade de presas)



determinam o tempo de manuseio do predador e a quantidade de alimento ingerido pelo mesmo (Cook & Cockrell, 1978; Pianka, 1988).

É importante distinguir-se a resposta tipo III da do tipo II devido às suas diferentes contribuições para a estabilidade da interação predador-presa (Begon *et al.*, 1990). Nas altas densidades de presas, tanto na resposta tipo II como na tipo III, a taxa de consumo do predador diminui, sendo ambas semelhantes e inversamente dependentes da densidade. Deste modo, as populações com alta densidade de presas serão menos afetadas e as respostas tipo II e tipo III exercerão um efeito desestabilizador na população. Na resposta tipo III a aceleração na taxa de consumo à medida que aumenta a densidade, poderá afetar as populações de presas com densidades mais altas podendo estabilizar a população (Murdoch, 1973; Hassel *et al.*, 1977 e Trexler *et al.*, 1988).

A resposta funcional tipo IV é também semelhante ao tipo II, porém nas grandes densidades de presas há um declínio no consumo produzindo uma curva em forma de cúpula (Figura 1D). Este tipo de resposta ocorre quando há presença de outras presas (de mesma ou de diferentes espécies) durante o manuseio do predador, ocasionando uma diminuição no número de ataques ou quando as presas possuem mecanismos de defesa que se intensificam nas densidades maiores (Holling, 1961; Jervis & Kidd, 1996)

Conforme o exposto, os diversos tipos de resposta funcional poderão exercer diferentes efeitos na dinâmica predador-presa, mostrando tendências estabilizadoras ou desestabilizadoras, que podem ser anuladas ou apoiadas por outras forças procedentes de outros componentes da interação. A dinâmica populacional será afetada pela resposta funcional dependendo do grau em que a taxa de consumo se acelera ou desacelera diante das diferentes densidades exibidas normalmente pela população de presas (Begon *et al.*, 1990).

Neste contexto, inúmeros estudos envolvendo as interações predador-presa, especialmente com relação à resposta funcional, têm sido desenvolvidos, tratando,

principalmente, de insetos de interesse agrícola e para implementar o controle biológico. Assim, Collins *et al.* (1981) avaliaram a resposta funcional de *Aphelinus thomsoni* (Hymenoptera: Aphelinidae) (predador e parasitóide) sobre *Drepanosiphum platanoideis* (Hemiptera: Aphididae). Seus resultados evidenciaram para a predação o modelo de resposta funcional do tipo II e para o parasitismo do tipo III, onde houve redução do tempo de manuseio com o aumento da densidade de pulgões.

Saucedo-Gonzales & Reyes-Villanueva (1987), avaliando a resposta funcional de machos e fêmeas de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) em cinco diferentes densidades de *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae), associados à cultura do milho no México, evidenciaram um ajuste ao modelo tipo II de resposta funcional, onde as fêmeas ingeriram mais rapidamente um maior número de presas que os machos.

Wiedenmann & O'Neil (1991) registraram o tipo II de resposta funcional em fêmeas reprodutivas de *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae), expostas a seis densidades de larvas de 3º instar de *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae), ambos associados ao feijoeiro, nos EUA.

Asante (1995), na Austrália, estudou a resposta funcional de três predadores adultos, *Forcipula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae), *Paraprius australasiae* e *Harmonia conformis* (Coleoptera: Coccinellidae) a várias densidades do afídeo *Eriosoma lanigerum*. O autor evidenciou um consumo proporcionalmente maior nas baixas densidades do afídeo pelas três espécies de predadores, caracterizando o tipo II de resposta funcional.

Kabissa *et al.* (1996), na Tanzânia, determinaram a resposta funcional de *Mallada desjardinsi* e *Chrysoperla congrua* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre larvas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), todos associados à cultura do algodão. Seus resultados se ajustaram ao modelo tipo II, exceto

em *C. congrua* sobre *H. armigera*, onde ocorreu um aumento na taxa de ataque em função do aumento da densidade, evidenciando o tipo III de resposta funcional.

O'Neil (1997) realizou, nos EUA, estudos comparativos de campo e laboratório para entender a estratégia de busca e a resposta funcional de *P. maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre *L. decemlineata*, ambos associados à cultura da batata. Tanto em campo, quanto em laboratório, o predador exibiu uma resposta tipo II, com uma diminuição da área de busca com o aumento da densidade. Entretanto, em laboratório, o número de presas ingeridas foi proporcionalmente menor, não evidenciando uma correlação significativa com a densidade de presas.

Saini *et al.* (1997) avaliaram, na Argentina, a influência do estágio do predador na resposta funcional e a eficiência de busca de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre larvas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), considerada praga em soja cultivada. Os autores constataram que a quantidade de presas ingeridas aumentou com a idade do predador, sendo que a taxa de ataque e o tempo de manuseio diminuíram. Foi evidenciado o modelo tipo II, onde as fêmeas ingeriram uma maior quantidade de presas e apresentaram uma maior eficiência de busca.

No Brasil alguns trabalhos tratando de resposta funcional e capacidade predatória vem sendo desenvolvidos, principalmente com coccinelídeos, pentatomídeos e neurópteros.

Em Minas Gerais, Vieira *et al.* (1997) avaliaram a resposta funcional, o tempo de busca e o tempo de manuseio de adultos e larvas de *Scymnus argentinicus* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre diferentes densidades de ninfas de 3º e 4º instar de *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). Registraram uma resposta tipo II, sendo que a capacidade predatória foi maior no 4º instar de desenvolvimento do predador. Além disso,

o tempo de busca aumentou com a idade do predador, o tempo de manuseio diminuiu e as fêmeas predaram mais que os machos.

Também em Minas Gerais, Fonseca *et al.* (2000) estudaram a resposta funcional de três instares de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) a diferentes densidades de *S. graminum*, tendo sido evidenciado o modelo tipo II de resposta funcional, onde o tempo de manuseio diminuiu progressivamente com o tamanho da larva do predador. Para *C. externa*, alimentada com uma outra espécie de afídeo, *Rhopalosiphum maidis*, Maia *et al.* (2001) registraram a resposta funcional tipo II, tendo sido mostrada uma relação direta entre a duração dos instares de *C. externa* e a disponibilidade de presas.

Estudos realizados por Faria & Godoy (2001), em São Paulo, mostraram que a resposta funcional pode estar associada ao instar da presa, quando estudaram o comportamento predatório de *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) sobre larvas de 1º, 2º e 3º instar de *Chrysomya megacephala* e *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). Os resultados evidenciaram um ajuste ao tipo II de resposta funcional para o 1º e 2º instar da presa e tipo III para o 3º instar.

### **1.3. Extração de alimento**

Estudos envolvendo aspectos relacionados à extração do alimento em peso ou biomassa tornam-se importantes para complementar os trabalhos de resposta funcional de predadores. Dentro deste contexto, a fome pode ser considerada um importante elemento, pois apesar de ser um fator intrínseco do predador, poderá afetar outros componentes envolvidos na interação predador-presa, sendo considerada, neste caso, um efeito comportamental (Holling, 1966).

Segundo Holling (1966), a fome pode ser definida como a quantidade de alimento, em gramas, necessária para saciar o predador e é medida em termos de esvaziamento

do trato digestivo, através da quantidade de alimento que foi assimilado e evacuado ( $Ea$ ). Além disso, a fome está diretamente relacionada com o número de ataques à presa e o tempo de manuseio que, por sua vez, estão relacionados com o tempo gasto na preparação da presa, com o tamanho da mesma, com a extração do alimento de cada uma ( $Pe$ ) e com a limitação do intestino do predador ( $Pi$ ) (Cooch & Cockrell, 1978; Kaspari, 1990).

Ainda conforme Holling (1966), a fome também poderá influenciar o peso do predador ( $Pp$ ); a quantidade de alimento extraída por minuto ( $Pe/min$ ); as sobras de alimento ( $S$ ) e a biomassa acumulada ( $Pb$ ) (Holling, 1966). A taxa de consumo relativo ( $RCR$ ), que representa a quantidade de alimento ingerido por miligrama de peso corpóreo do inseto por dia (mg/mg/dia), também poderá ser influenciada (Parra, 1991).

Holling (1966), em estudo desenvolvido no Canadá, avaliou a resposta funcional, envolvendo os componentes relacionados à extração de alimento em ninfas e adultos de *Hierodula crassa* (Orthoptera: Mantidae) sobre larvas de primeiro ínstar de *Drosophila melanogaster*, *D. virilis* (Diptera: Drosophilidae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), oferecidas em diferentes densidades. Os resultados evidenciaram diferentes tipos de resposta funcional (II e III), onde o fator determinante foi a fome. Para avaliar o impacto da fome na resposta funcional, o autor fez várias manipulações com tempos diferentes de privação de alimento utilizando o termo “níveis de fome”.

Cooch & Cockrell (1978), na Inglaterra, avaliaram a eficiência da extração do alimento e da preparação da presa e suas influências no tempo de manuseio nos predadores *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) e *Notonecta glauca* (Hemiptera: Notonectidae), respectivamente sobre *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) e larvas de *Culex pippiens* (Diptera: Culicidae). Seus resultados mostraram que a duração do tempo de ingestão está diretamente relacionada ao tamanho da presa.

Baumgaertner *et al.* (1981), nos EUA, avaliaram a influência do consumo de afídeos no comportamento de busca, no tempo de desenvolvimento e na mortalidade de larvas de *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), associados à alfafa, submetidos a três “níveis de fome” (0, 4 e 24h). Seus resultados evidenciaram que a fome e a limitação do intestino influenciaram no ganho de peso de ambos os predadores testados, sendo que em *C. carnea* foi verificado um maior aumento de peso após 4 e 24 horas de privação de alimento, em relação a *H. convergens*. Segundo estes autores, este maior aumento de peso em *C. carnea* pode estar relacionado com o tamanho do intestino.

Veeravel & Baskaran (1997), na Índia, estudaram o comportamento de busca de larvas e adultos de *Coccinella transversalis* e *Cheilomenes sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), submetidos à seis níveis de fome (4,8, 12, 16, 20 e 24h), em berinjelas infestadas com *A. gossypii*. Foi evidenciado uma correlação positiva entre o tempo de busca e o nível de fome tanto nas larvas como nos adultos, sendo que as fêmeas consumiram uma maior quantidade de afídeos que os machos.

#### **1.4. Modelos matemáticos utilizados para determinar os tipos de resposta funcional e estimar parâmetros**

O modelo Lotka-Volterra foi considerado um grande avanço nos estudos de dinâmica populacional de predadores por ser o primeiro envolvendo interações tróficas. No entanto, após uma série de outros estudos, foi considerado muito simples por levar em conta somente componentes relacionados à biomassa, não envolvendo fatores como comportamento de busca do predador, heterogeneidade espacial e polifagia (Beddington, 1975; Hassel & May, 1986; Poggiale, 1998). Diante disso, numerosas descrições matemáticas foram propostas para descrever os processos que envolvem a interação

predador-presa (Holling, 1959a e b e 1961; Rogers, 1972; Hassel *et al.*, 1976; Hassel *et al.*, 1977; Hassel & May, 1986, entre outros).

Os trabalhos de Holling (1959a e b), foram os primeiros a considerar outros fatores envolvidos no comportamento dos predadores. Para a demonstração da variação das taxas de consumo em função do aumento da densidade de presas e dos outros componentes que envolvem estas taxas, foi proposta a “equação dos discos de Holling” a partir de uma série de experimentos em que foram utilizadas pessoas de olhos vendados. As pessoas deveriam descobrir e apontar com um lápis pequenos discos de lixa em uma superfície plana. A equação dos discos é representada da seguinte maneira:

$$Na = a'TN / 1 + (a'TmN), \text{ onde:} \quad (1)$$

$Na$ = número de presas capturadas (discos de lixa encontrados);

$a'$ = taxa de ataque;

$T$ = tempo de exposição;

$N$ = número de presas (discos de lixa) no início do experimento

$Tm$ = tempo de manuseio.

Segundo Fan & Petitt (1994), a equação dos discos de Holling é matematicamente equivalente à equação da enzima cinética de Michaelis-Menten, que relaciona a velocidade de uma reação química através de enzimas em diferentes concentrações do substrato, sendo ambas consideradas modelos determinísticos instantâneos. Diante disso, alguns autores argumentam que a equação dos discos deve ser usada com parcimônia por não considerar alguns aspectos biológicos dentro da interação predador-presa. Um destes aspectos se refere à redução das presas em uma dada área, à medida que o predador vai capturando-as. Como o modelo da equação dos discos não permite o efeito da redução de presas, somente poderá ser usado quando a população destas permanece constante ou em experimentos onde as presas são substituídas conforme vão

sendo atacadas pelo predador (Rogers, 1972; Hassel *et al.*, 1977, 1978; Livdahl & Stiven, 1983; Trexler *et al.*, 1988).

Seguindo os mesmos pressupostos da equação dos discos, porém considerando a redução de presas durante o tempo de busca, foi proposto o modelo do predador randômico, também determinístico, para a resposta funcional tipo II (Rogers, 1972) e tipo III (Hassel *et al.*, 1977), representados respectivamente pelas equações (2) e (3):

$$Na = N [ 1 - \exp \{ a' ( T - TmNa ) \}] \quad (2)$$

$$Na = N ( N - Na [ c \log \{ ( N - Na ) / N \} - b TmNa + b T ] ), \text{ onde:} \quad (3)$$

$b$  e  $c$  = constantes incorporadas à taxa de ataque ( $a'$ ).

A taxa de ataque ( $a'$ ) e o tempo de manuseio ( $Tm$ ) nos modelos (1), (2) e (3) podem ser obtidos por observações diretas. No entanto, devido a uma série de dificuldades, principalmente em estudos envolvendo insetos, tais parâmetros podem ser estimados através de técnicas interativas, já que a equação dos discos pressupõe que a taxa de ataque e o tempo de manuseio são constantes independentemente da densidade (Fan & Petitt, 1994).

Nos modelos (2) e (3), a taxa de predação assume uma exponencial decrescente. Diante disso, devem ser usados com restrição, sendo apropriados para trabalhos experimentais em sistemas fechados ou arenas, onde os predadores são observados continuamente (Houck & Strauss, 1985).

Os métodos pelos quais são obtidos o tempo de manuseio e a taxa de ataque são amplamente discutidos na literatura (Holling, 1959b; Livdahl & Stiven, 1983; Willians & Juliano, 1985; Juliano & Willians, 1987; Wiedenmann & O'Neil, 1991; Fan & Petitt, 1994; Houck & Strauss, 1995; Manly & Jamieson, 1999). Para estimar tais parâmetros, várias modificações na equação dos discos foram propostas através de simulações em computador, onde as linearizações através da transformação de Wolf ( $N/Na = TmN + a'^{-1}$ ) e métodos não lineares são considerados mais acurados (Fan & Petitt, 1994).



Fan & Petitt (1994), demonstraram através de simulações de computador em dados obtidos de vinte e dois trabalhos de resposta funcional, que em treze destes, a transformação de Wolf foi considerada a mais apropriada para estimar os parâmetros  $a'$  e  $Tm$ , tanto em dados homocedásticos como em heterocedásticos. Os outros trabalhos se ajustaram a métodos não lineares.

Livdahl & Stiven (1983), utilizando dados experimentais de outros trabalhos, apontaram pouca acuracidade da equação dos discos para estimar a taxa de ataque e o tempo de manuseio, não concordando com os dados obtidos por observações diretas. Estes autores também mencionaram que o modelo randômico, apesar de ter um significado biológico, poderá apresentar problemas devido a dificuldade de isolar a variável dependente ( $Na$ ) em apenas um dos lados da equação.

Willians & Juliano (1985); Juliano & Willians (1987) sugerem técnicas não paramétricas e regressão não linear para se estimar os parâmetros, pois em muitos experimentos pode ocorrer heterocedasticidade de variâncias nos dados obtidos.

Para Houck & Strauss (1995), os procedimentos não lineares, como o dos quadrados mínimos, obtidos através do algoritmo de Marquardt, são considerados os mais acurados, pois combinam várias técnicas não lineares e fornecem bons intervalos de confiança para os parâmetros estimados, fundamentais para ajustá-los aos modelos de resposta funcional.

Abrams (1990) e Abrams & Roth (1994) inferiram que o uso de parâmetros constantes estimados ( $a'$  e  $Tm$ ) pela equação dos discos pode ser limitado e deve ser usado com cautela, pois poderão sofrer influências de outras presas (mesma espécie ou de espécies diferentes) em ambientes heterogêneos e os aspectos relacionados à dieta (tamanho das presas) e ao comportamento de forrageamento dos predadores (manipulação e preparação das presas) poderão alterar tais parâmetros. Diante disto, modelos estocásticos também podem ser adaptados à equação dos discos em trabalhos

realizados em sistemas heterogêneos ou àqueles que avaliam a resposta global dos predadores (funcional e numérica associadas) (Curry & De Michele, 1977; Curry & Feldman, 1979; Poggiale, 1998).

As diferentes curvas ou tipos de resposta funcional são obtidas através de regressões (não lineares, logísticas ou polinomiais), utilizando os parâmetros determinados pelo modelos (Houck & Strauss, 1985 e Trexler *et al.*, 1988).

Devido à complexidade dos modelos matemáticos e às dificuldades encontradas para interpretá-los e relacioná-los com fatores biológicos, os modelos mais simples são os mais usados em avaliações de resposta funcional de insetos predadores como a equação dos discos de Holling (1) (Saucedo –Gonzales & Reyes-Villanueva, 1987; Wiedmann & O’Neil, 1991; Heimpel & Hough-Goldstein, 1994; Asante, 1995; Ambrose & Claver, 1996; Saini *et al.*, 1997; Ambrose & Claver, 1997; Ambrose *et al.*, 2000) e o modelo randômico (2) (Collins *et al.*, 1981; Kabissa *et al.*, 1996).

### **1.5. Resposta funcional em reduvídeos**

Dentre os hemípteros, a família Reduviidae destaca-se por englobar várias espécies predadoras (Pedigo, 1996; Van Driesche & Bellows, 1996). No entanto, poucos são os trabalhos que enfocam os aspectos da predação em reduvídeos, especialmente no Brasil.

A maior parte dos estudos de resposta funcional envolvendo reduvídeos predadores encontra-se restrita aos insetos relacionados às plantas cultivadas na Índia. Ambrose & Claver (1995), com o objetivo de desenvolver estratégias para produção massal e liberação em cultivos de cereais e algodão, estudaram a resposta funcional em campo de *Rhynocoris fuscipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae). Os resultados evidenciaram um ajuste ao modelo tipo II, com uma correlação positiva entre a densidade de predadores e o número de presas mortas e/ou

atacadas. Ambrose & Claver (1996) também avaliaram a preferência e a resposta funcional de diferentes ínstares *Rhynocoris marginatus* (Hemiptera: Reduviidae) sobre larvas de *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Evidenciaram que o predador, à medida que crescia, teve preferência por presas proporcionalmente maiores ajustando-se ao modelo tipo II. Resultados semelhantes foram obtidos com *R. fuscipes* e *S. litura* por Ambrose & Claver (1997).

Ambrose *et al.* (2000) avaliaram o tipo de resposta de *R. marginatus* sobre adultos de *Clavigralla gibbos* (Hemiptera: Coreidae) e *Hieroglyphus banian* (Orthoptera: Acrididae) associados às leguminosas. Apesar de exibir um comportamento ajustado ao modelo tipo II, o tempo de manuseio do predador diminuiu com a densidade para os dois tipos de presas testadas.

Em relação à extração de alimento, Ables (1978) avaliou o comportamento alimentar de *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae) em vários tipos de presas associadas à cultura do algodão nos EUA. Seus resultados evidenciaram que o tempo gasto para ingerir o alimento está relacionado com o tamanho da presa e a quantidade de alimento extraída de cada uma é proporcionalmente maior em presas de menor tamanho. Utilizando este mesmo predador, Cohen (1990) observou o tipo de aparelho bucal e suas adaptações para diferentes tipos de alimentos, juntamente com hemípteros predadores das famílias Lygidae, Nabidae e Pentatomidae. Verificou que estes predadores, devido às várias adaptações encontradas no aparelho bucal, são eficientes para extrair o alimento de qualquer tamanho de presa.

Para avaliar o consumo de presas em peso, Cohen & Tang (1997) investigaram a influência de larvas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), sobre o comportamento alimentar em duas espécies de reduvídeos: *Sinea confusa* e *Z. renardii*. Registraram um decréscimo exponencial no tempo de manuseio e um aumento linear na extração de biomassa à medida que a proporção peso predador-presa aumentava.

Em relação ao redúvdeo predador *Cosmoclopius nigroannulatus*, associado à cultura do fumo (*Nicotiana tabacum*), cujas principais presas são as ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae), existe pouca informação (Parseval, 1937; Silva *et al.*, 1968; Caldas, 1998 e Canto-Silva, 1999). Em estudo desenvolvido com esta espécie por Fallavena (1993), destacando aspectos relacionados à sua biologia em laboratório, foi verificada uma ampla variedade de presas aceitas pela espécie. Este aspecto sugere que *C. nigroannulatus* possa ser usado com um agente de controle biológico, não somente no fumo, mas também em outras plantas cultivadas.

Aspectos relacionados à dinâmica populacional de adultos de *C. nigroannulatus* e à distribuição espacial em uma lavoura experimental de fumo em Porto Alegre, RS foram estudados por Jahnke (2001). Os resultados evidenciaram que a espécie é bastante eficiente em colonizar uma área, apresentando, aparentemente, uma resposta numérica associada ao incremento de presas presentes durante o ciclo da cultura, que é expressa pelo crescimento da população ao longo das gerações. Além disso, os indivíduos adultos possuem um padrão de distribuição aparentemente randômico, provavelmente pela ótima exploração dos recursos disponíveis, além de uma forte competição intraespecífica.

A partir dos resultados obtidos nos estudos envolvendo *S. dentiventris* (Canto-Silva, 1999; Jesus, 2001 e Jesus & Romanowski, 2001) e *C. nigroannulatus* (Jahnke, 2001), surgiram questões referentes à interação predador-presa. Uma destas questões refere-se à resposta funcional, que avalia a eficiência predatória, taxas de consumo e outros aspectos relacionados a densidade de presas, que são elementos importantes a considerar em programas de controle biológico, não somente na cultura do fumo, mas também em outras plantas cultivadas. Assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar a predação de *C. nigroannulatus* sobre ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos gerais

- a) Investigar alguns aspectos da predação de *C. nigroannulatus* em laboratório.
- b) Verificar o comportamento alimentar de *C. nigroannulatus* em diferentes densidades de ninfas de *S. dentiventris*.
- c) Contribuir para o conhecimento da bioecologia de insetos predadores.

### 2.2 Objetivos específicos

- a) Estimar a resposta funcional e seus componentes ( $a'$ ,  $T_b$ ,  $T_m$  e  $E$ ) de adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* às cinco densidades de ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*, em condições de laboratório.
- b) Registrar o número de ninfas de *S. dentiventris* consumidas diariamente por fêmeas e machos de *C. nigroannulatus*.
- c) Avaliar o peso e a taxa de ninfas consumidas diariamente por fêmeas e machos de *C. nigroannulatus*.
- d) Registrar as variações de peso de *C. nigroannulatus*.
- e) Estimar a quantidade e a taxa de alimento extraída pelo predador de cada ninfa de *S. dentiventris*.
- f) Verificar o tempo de ingestão de *C. nigroannulatus* e a quantidade de alimento extraída por minuto de cada presa.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Estabelecimento da cultura experimental de fumo

Para a criação e obtenção dos insetos (*S. dentiventris* e *C. nigroannulatus*) a serem utilizados no presente trabalho, foi implantada, a partir de agosto de 2000, no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Município de Porto Alegre (30°01'S e 51°13"W), RS, uma lavoura experimental de fumo (*Nicotiana tabacum* Solanaceae) do tipo Virgínia, variedade K326 (Figura 2). As mudas foram provenientes da região fumageira de Santa Cruz do Sul, RS. Os procedimentos de adubação e calagem da área obedeceram à interpretação do laudo de análise do solo, não sendo utilizado nenhum tratamento fitossanitário.



FIGURA 2. Área experimental de fumo (*Nicotiana tabacum*), Departamento de Fitossanidade, UFRGS, Porto Alegre (30°01S e 51°13'W), RS, para a criação massal de *Spartocera dentiventris* e *Cosmoclopius nigroannulatus*.

Foram realizadas capinas quinzenais e, periodicamente, a retirada manual dos botões florais e brotos laterais.

O plantio foi efetuado em 10 fileiras com um espaçamento de 0,8m entre as plantas e 1,0m entre as fileiras, totalizando 300 plantas em uma área de 260m<sup>2</sup>.

### **3.2. Criação de *Spartocera dentiventris***

Na lavoura experimental foi estabelecida uma criação massal de *S. dentiventris* a partir de adultos da geração colonizante e de adultos coletados em lavouras de fumo, sem agrotóxicos, nos municípios de Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e Candelária (RS). A partir do registro das primeiras posturas na área experimental, as fêmeas de *S. dentiventris* foram confinadas, individualmente, em gaiolas de tecido tipo voile (19cm diâmetro x 90cm comprimento) (Figura 3), que envolvia uma folha de fumo, a qual serviu de substrato para a oviposição. Este procedimento foi para obter grupos de ovos de idade conhecida e livres da ação de parasitóides. Diariamente as gaiolas eram revisadas e os ovos encontrados transferidos para placas de Petri (15cm diâmetro x 1,5cm altura), as quais foram mantidas em estufa tipo BOD a 30°C e fotofase de 12h, até a eclosão das ninfas (Figuras 4 e 5).

### **3.3. Obtenção de adultos de *Cosmoclopius nigroannulatus***

Ninfas de 5º instar de *C. nigroannulatus* (Figura 6) foram coletadas na área experimental e transferidas para o laboratório (27 ± 1°C, 80 ± 5% UR e fotofase de 12h), onde foram mantidas, individualmente, em potes de plástico transparente (13cm diâmetro x 9cm altura) (Figura7). Cada um destes indivíduos foi alimentado, diariamente, sem restrição, com ninfas de 1º e 2º instar de *S. dentiventris* e solução de mel à 10%, até alcançarem a fase adulta.

Após a emergência, os adultos foram sexados (Figura 8A e B) e individualizados em potes do mesmo tipo.



FIGURA 3. Gaiola de tecido tipo voile para a obtenção das posturas de *Spartocera dentiventris*.





FIGURA 4. Ovos de *Spartocera dentiventris* em placa de Petri, mantida em estufa do tipo BOD.



FIGURA 5. Ninfas de 1° ínstar de *Spartocera dentiventris*.



FIGURA 6. Ninfa de 5º instar de *Cosmoclopius nigroannulatus*.



FIGURA 7. Potes de plástico transparente utilizados para a individualização das ninfas e adultos de *Cosmoclopius nigroannulatus*.

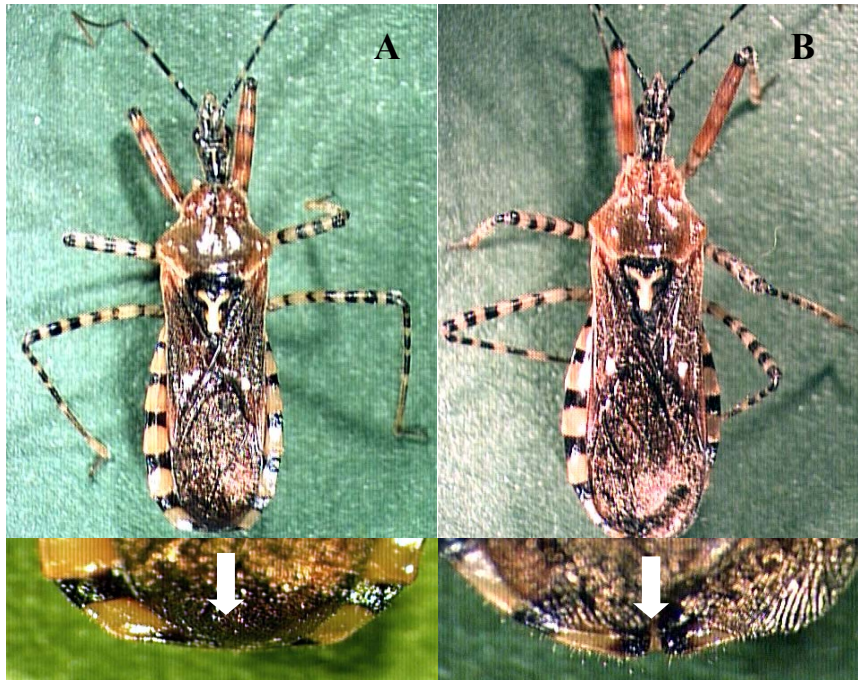


FIGURA 8. Adultos de *Cosmoclopius nigroannulatus*. Macho (A) (ausência de sulco mediano no 8º segmento do abdome e fêmea (B) (presença do sulco).

### 3.4. Experimento-piloto

Quando as criações, tanto das presas (ninfas de *S. dentiventris*) como do predador (*C. nigroannulatus*), estavam estabelecidas, alguns testes preliminares foram realizados para ajustar as densidades adequadas de presas a serem utilizadas no experimento para avaliar a resposta funcional e o consumo. Foram testadas três densidades (10, 20 e 30) de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*. Cada densidade foi ofertada para 10 adultos de *C. nigroannulatus*, recém-emergidos (5 machos e 5 fêmeas), por um período de 5 dias, sendo as ninfas totalmente substituídas, a cada 24h, quando se fazia registro do número de ninfas ingeridas. A partir do número médio diário de ninfas ingeridas (em torno de 15) foram estabelecidas cinco densidades: 5, 15, 25, 35 e 45 para a avaliação dos componentes da predação.

### **3.5. Avaliação da resposta funcional**

Foram utilizados 10 machos e 10 fêmeas, recém-emergidos, de *C. nigroannulatus* individualizados em potes de plástico transparente (Figura 7), em cada uma das densidades ( $N$ ) 5, 15, 25, 35 e 45 de ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*. Os predadores e as ninfas (presas) foram obtidos conforme descrito nos itens 3.3 e 3.2, respectivamente. As avaliações foram feitas a cada 24h ( $T$ ), por cinco dias, quando se registrava o número de ninfas ingeridas ( $N_a$ ) e o número de ninfas remanescentes. Nesta ocasião, os potes eram limpos e a mesma quantidade de novas ninfas era oferecida.

### **3.6. Avaliação da extração de alimento**

As avaliações da extração de alimento foram feitas com as mesmas unidades experimentais da resposta funcional. Para essas avaliações, cada adulto de *C. nigroannulatus*, antes de entrar em teste, era pesado em balança de precisão, com aproximação de 0,001, modelo BG200 e marca GEHAKA. Da mesma forma, as ninfas, antes de serem ofertadas, também foram pesadas. O experimento teve duração de cinco dias, sendo que a cada 24h ( $T$ ) registravam-se o peso dos adultos, das ninfas remanescentes e das que seriam oferecidas. Com o objetivo de avaliar o tempo gasto pelo predador em ingerir o alimento ( $T_i$ ), em cada um dos dias do experimento foram feitas quatro observações diárias, com duração de 30min e intercaladas de 3h cada uma, quando cronometrava-se o tempo que o predador levava para sugar a presa a partir do momento da inserção do aparelho bucal no corpo da mesma (Figura 9).



FIGURA 9. Adulto de *Cosmoclopius nigroannulatus* inserindo o aparelho bucal em uma ninfa de 1º ínstar de *Spartocera dentiventris*.

### 3.7. Estimativa de parâmetros e análise numérica

Através do número de ninfas ingeridas pelo predador ( $Na$ ) nas diferentes densidades de presas ( $N$ ), estimou-se a eficiência de busca ( $E$ ) através da fórmula:

$$E = Na/N$$

O tempo de manuseio ( $Tm$ ) de *C. nigroannulatus* foi estimado através da equação dos discos de Holling (1959a) pelo método dos quadrados mínimos não lineares (procedimento NLIN, método Marquardt) do aplicativo SAS System (SAS Institute, 2000). A partir do tempo de manuseio foi possível estimar o tempo de manuseio total ( $Tm_{total}$ ), o tempo de busca ( $Tb$ ), a taxa de ataque ( $a'$ ) e o número máximo de ninfas de *S. dentiventris* ingeridas ( $Na_{max}$ ), com as fórmulas abaixo:

$$Tm_{total} = Tm \times Na$$

$$Tb = T - (Tm_{total})$$

$$a' = Na/(N \times Tb)$$

$$Na_{max} = T/Tm$$

Através dos registros de peso foi possível estimar a quantidade de alimento extraída por presa ( $Pe$ ) através da fórmula:

$$Pe = (P \times Na)/N, \text{ onde:}$$

$P$  = peso de cada ninfa



A partir da quantidade (mg) de alimento extraída por presa, estimou-se o que sobrou de cada ninfa após a ingestão ( $S$ ) através da fórmula proposta por Holling (1966):

$$S = P - P_e$$

O ganho de peso do predador foi obtido através da diferença entre o peso obtido no início e no final do período de cinco dias, sendo estimada também a taxa de consumo relativo ( $RCR$ ) através da fórmula proposta por (Parra, 1991):

$$RCR = N_a / P_p \times T, \text{ onde:}$$

$P_p$  = peso médio do predador em 24h

A partir da quantidade extraída por presa ( $P_e$ ) e do tempo gasto para ingerí-la ( $T_i$ ), estimou-se a quantidade de alimento extraído por minuto ( $P_e/min$ ), a qual foi obtida através da seguinte fórmula (Holling, 1966):

$$P_e/min = P_e/T_i$$

Todos os dados, observados ( $N_a$ , ganho de peso do predador e  $T_i$ ) e estimados ( $T_{m_{total}}$ ,  $T_b$ ,  $a'$ ,  $E$ ,  $P_e$ ,  $S$ ,  $RCR$ ,  $P_b$  e  $P_e/min$ ), por seguirem um padrão normal de distribuição ( $P > 0,01$ ) (verificados através do teste Kolmogorov-Smirnov) foram submetidos à análise de correlação linear de Pearson, de regressão e ANOVA, com comparação das médias obtidas, em cada densidade de presas, pelo teste de Tukey a 5% .

O tipo de resposta funcional foi estimado através do ajuste dos dados observados ( $N_a$ ), transformados em  $V_{(x+1)}$ , ao modelo randômico de Rogers (1972), após terem sido testados seus pressupostos:

$$N_a = N \{1 - \exp\{-a' (T - T_m N_a)\}\}$$

Os valores de  $N_a$  estimados pela equação randômica foram submetidos à análise de regressão não linear e, através do teste do qui-quadrado, comparados aos valores observados.

Os dados referentes à extração de alimento foram submetidos à análise de regressão, correlação e ANOVA em esquema fatorial, com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%.

Os testes estatísticos foram feitos através dos programas Bioestat 2.0 e SAS System (SAS Institute, 2000).

## 4. SÍNTESE DOS RESULTADOS

### 4.1. Resultados gerais

Os experimentos com os machos e fêmeas de *C. nigroannulatus* mostraram um aumento no número de ninfas ingeridas ( $Na$ ) à medida que a densidade de ninfas de *S. dentiventris* aumentava ( $P < 0,0001$ ), se ajustando ao modelo polinomial quadrático de regressão, evidenciando uma curva semelhante ao modelo tipo II de resposta funcional.

As fêmeas consumiram, em todas as densidades, mais presas que os machos, sendo que esta diferença foi estatisticamente significativa nas densidades 25 e 35 ( $P < 0,0001$ ). Verificou-se uma aceleração no consumo até a densidade 25 e, após este ponto, o consumo tendeu a estabilizar-se. Em relação aos machos, foi verificado um maior consumo em torno da densidade 45, entretanto, este não foi significativamente diferente das densidades 25 e 35.

O número máximo de presas ingeridas pelo predador durante o período de 24h ( $Na_{max}$ ) foi maior nas fêmeas (12,4 ninfas) em relação aos machos (7,8 ninfas), registrado, respectivamente, nas densidades 25 e 45.

O tempo de manuseio ( $Tm$ ) por presa, estimado pelo método dos quadrados mínimos não lineares, foi menor nas fêmeas (1,93h) em relação aos machos (3,07h), sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,0001$ ). Ao avaliar o tempo de manuseio total ( $Tm \times Na$ ) registrou-se, tanto para os machos como para as fêmeas, uma tendência ao aumento à medida que a densidade de presas aumentava ( $P < 0,0001$ ), sendo que as fêmeas evidenciaram, em todas as densidades, um menor tempo em relação aos machos.

Em relação ao tempo de busca estimado ( $Tb$ ) constatou-se, tanto para os machos como para as fêmeas, uma diminuição à medida que a densidade de presas aumentava ( $P < 0,0001$ ).

A taxa de ataque ( $a'$ ) e a eficiência de busca ( $E$ ) estimada diminuíram com o aumento da densidade, tanto nos machos quanto nas fêmeas ( $P < 0,0001$ ).

A análise de regressão não linear demonstrou, tanto para os machos como para as fêmeas, o ajuste ao modelo randômico do tipo II de resposta funcional. Os valores observados e os estimados pela equação corroboraram o modelo, não evidenciando diferenças estatisticamente significativas nas densidades de presas testadas.

Em relação à extração de alimento registrou-se, tanto para os machos como para as fêmeas de *C. nigroannulatus*, um aumento no consumo total do predador em peso ( $Na$ )(mg) e uma diminuição no percentual ( $Na$ )(%) ( $P < 0,0001$ ). Com as fêmeas, foi evidenciada uma estabilização no consumo, tanto em mg como em percentual (%), em torno de 31,1 mg de ninfas oferecidas. Já com os machos, a taxa de consumo estabilizou-se a partir de 29,8mg de ninfas oferecidas.

Em todas as quantidades testadas, as fêmeas tenderam a ingerir uma maior quantidade de alimento que os machos.

Considerando a quantidade de alimento extraído por presa ( $Pe$ ), tanto em mg quanto em termos percentuais, machos e fêmeas tenderam a diminuir o consumo com o aumento das quantidades oferecidas ( $P < 0,0001$ ), sendo que as fêmeas extraíram mais alimento que os machos em todas as quantidades testadas.

Em relação ao tempo de ingestão ( $Ti$ ), não registrou-se correlação com a quantidade de ninfas oferecidas tanto em machos quanto em fêmeas de *C. nigroannulatus* ( $P = 0,0783$ ;  $R^2 = 0,0859$ ;  $gl = 35$  e  $P = 0,1009$ ;  $R^2 = 0,0610$ ;  $gl = 39$ , respectivamente). Entretanto, de modo geral, foi verificado um tempo de ingestão menor nas fêmeas ( $16,9 \pm 1,29$ min) em relação aos machos ( $23,9 \pm 2,26$ min).

A quantidade de alimento extraída por minuto ( $Pe/min$ ) diminuiu à medida que a quantidade de presas oferecidas aumentava ( $P < 0,0001$ ), sendo que as fêmeas extraíram uma maior quantidade de alimento por minuto que os machos.



Em relação à quantidade de alimento extraída ( $Pe$ )(mg) e à diminuição desta diante do aumento da quantidade de presas oferecidas, verificou-se um aumento nas sobras de alimento de cada ninfa ingerida ( $P < 0,0001$ ).

Considerando o consumo de *C. nigroannulatus* desde o 1º dia de tratamento até o 5º dia, os resultados não evidenciaram nenhuma correlação do aumento do percentual de consumo ( $Na$ )(%), tanto nos machos ( $P = 0,1507$ ) como nas fêmeas ( $P = 0,0654$ ). Entretanto, as fêmeas evidenciaram um aumento no percentual de consumo quando foram oferecidas 5,5 ( $P = 0,0008$ ) e 14,7mg de ninfas ( $P = 0,0150$ ), sendo este maior, respectivamente, no 5º e no 4º dia

Cada predador adulto de *C. nigroannulatus*, logo após a emergência pesou em média  $24,3 \pm 1,06$ mg (machos) e  $32,15 \pm 1,90$ mg (fêmeas). Considerando o ganho de peso diário e o peso médio total do predador em 24h ( $Pb$ ), durante os cinco dias de avaliações, os testes com machos e fêmeas evidenciaram um acréscimo à medida que a quantidade de presas oferecidas aumentava ( $P = 0,0231$  e  $P = 0,0462$ , respectivamente), não sendo evidenciada diferença estatística entre machos e fêmeas. No entanto, ao considerar o peso médio total durante 24h ( $Pb$ ), as fêmeas tenderam a pesar mais que os machos.

Para a taxa de consumo relativo ( $RCR$ ), evidenciou-se aumento gradativo neste índice à medida que a quantidade de alimento oferecido aumentava ( $P < 0,0001$ ), não sendo registrada diferença estatística nesta taxa entre machos e fêmeas.

#### **4.2. Considerações finais**

De acordo com os resultados obtidos é possível inferir que *C. nigroannulatus*, principalmente as fêmeas, pode ser considerado um eficiente predador de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*, respondendo positivamente às diferentes densidades e/ou quantidades de presas, corroborando a teoria do forrageamento ótimo, pois investem

seus gastos em busca e captura de presas e não em manipulação e preparação das mesmas.

A evidência da resposta tipo II, bem como seus componentes são importantes para determinar sua contribuição para a dinâmica populacional de *S. dentiventris* e identificar a densidade, a partir da qual, a presa escaparia ao controle do predador.

Através dos resultados, pode-se considerar que este predador apresenta um grande potencial como agente de controle biológico na cultura do fumo.

Os resultados obtidos neste trabalho, apesar de ter sido desenvolvido em laboratório, onde muitas variáveis são nulas, poderão servir de base para estudos posteriores envolvendo reduvídeos, não somente na cultura do fumo, mas em outros tipos de agroecossistemas.

Cabe também salientar que, nos estudos envolvendo a interação predador-presa, dados de campo são fundamentais para complementar os de laboratório, já que em condições naturais muitas outras variáveis podem atuar no comportamento do predador, como a competição e a presença de outros tipos e tamanhos de presas, o que poderá resultar em modificações nos componentes da resposta funcional e alterações no comportamento predatório.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

- ABLES, J. R., 1978, Feeding behavior of an assassin bug, *Zelus renardii*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 71 (4): 476-478.
- ABRAMS, P.A., 1990, The effects of adaptive behavior on the type-2 functional response. *Ecology*, 71: 877-885.
- ABRAMS, P. A. & ROTH, J. D., 1994, The effects of enrichment of three-species food chains with nonlinear functional responses. *Ecology*, 75: 1118-1130.
- AMBROSE, D. P. & CLAVER, M. A., 1995, Functional response of *Rhynocoris fuscipes* Fabricius (Heteroptera: Reduviidae) to *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *J. Biol. Control*, 9: 74-77.
- AMBROSE, D. P. & CLAVER, M. A., 1996, Size preference and functional response of the reduviid predator *Rhynocoris marginatus* Fabricius (Heteroptera: Reduviidae) to its prey *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepdoptera: Noctuidae). *J. Biol. Control*, 10: 29-37.
- AMBROSE, D. P. & CLAVER, M. A., 1997, Functional and numerical responses of the reduviid predator, *Rhynocoris fuscipes* F. (Het., Reduviidae) to cotton leafworm *Spodoptera litura* F. (Lep., Noctuidae). *J. App. Entomol.*, 121: 333 - 336.
- AMBROSE, D. P., CLAVER, M. A. & MARIAPAAN, P., 2000, Functional response of *Rhynocoris marginatus* (Heteroptera: Reduviidae) to two pests of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Indian J. Agric. Sci.*, 70: 630-632.
- ASANTE, S. K., 1995, Functional responses of the european earwig and two species of coccinellids to densities of *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae). *J. Aust. Ento Soc.*, 34: 105-109.

---

<sup>1</sup> Normas conforme Revista Brasileira de Biologia (Anexo 1)

- BAUMGAERTNER, J. U., GUTIERREZ, A. P. & SUMMERS, C. G., 1981, The influence of aphid prey consumption on searching behaviour, weight increase, developmental time, and mortality of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae. *Can. Ent.*, 113: 1007-1014.
- BEDDINGTON, J.R., 1975, Mutual interference between parasites or predators and its effects on searching efficiency. *J. Anim. Ecol.*, 44: 331-340.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R., 1990, *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 945p.
- BEGON, M. & MORTIMER, M., 1986, *Population ecology: a unified study of animals and plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 219p.
- BERRYMAN, A. A., 1992, The origins and evolution of predator-prey theory. *Ecology*, 73: 1530-1535.
- CALDAS, B-H. C., 1998, *Ciclo biológico de Corecoris dentiventris Berg, 1884 (Heteroptera:Coreidae) em cultura de fumo e morfologia das fases juvenis*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia, Pós-graduação em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 95p.
- CANTO-SILVA, C. R., 1999, *Aspectos da dinâmica populacional e distribuição espacial de Corecoris dentiventris Berg, 1884 (Heteroptera: Coreidae) em um cultivo experimental de Nicotiana tabacum (Solanaceae)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Pós-graduação em Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 132p.
- COHEN, A. C., 1990, Feeding adaptations of some predaceous hemiptera. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 83: 1215-1223.
- COHEN, C. A & TANG, R., 1997, Relative prey weight influences handling time and biomass extraction in *Sinea confusa* e *Zelus renardii* (Heteroptera: Reduviidae). *Environ. Entomol.*, 26: 559-565.

- COLL, M. & RIDGWAY, R. L., 1995, Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 88: 732-738.
- COLLINS, M. D., WARD, S. A. & DIXON, F. G., 1981, Handling time and the functional response of *Aphelinus thomsoni*, a predator and parasite of the aphid *Drepanosiphum platanoidis*. *J. Anim. Ecol.*, 50: 470-487.
- COOK, R. M. & COCKRELL, B. J., 1978, Predator ingestion rate and its bearing on feeding time and the theory of optimal diets. *J. Anim. Ecol* 47: 529-547.
- CURRY, G. L. & DE MICHELE, D. W., 1977, Stochastic analysis for the description and synthesis of predator-prey systems. *Can. Ent.*, 109: 1167- 1174.
- CURRY, G. L. & FELDMAN, R. M., 1979, Stochastic predation model with depletion. *Can. Ent.*, 111: 465-470.
- FALLAVENA, M. T. B., 1993, *Aspectos biológicos e morfológicos de Cosmoclopius nigroannulatus (Stal, 1860) (Hemiptera, Reduviidae, Zelinae)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Pós-graduação em Biociências, PUCRS, Porto Alegre, RS, 96p.
- FAN, Y. & PETITT, F. L., 1994, Parameter estimation of functional response. *Environ. Entomol.*, 23: 785-794.
- FARIA, L. D. B. & GODOY, W. A. C., 2001, *Resposta funcional por Chrysomya albiceps sobre Chrysomya megacephala e Cochlyomyia macellaria (Diptera: Calliphoridae)*. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 5, Porto Alegre, Resumos, p.44.
- FONSECA, A. R., CARVALHO, C. F. & SOUZA, B.. 2000, Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Brasil*, 29: 309-317.

- GARCIA, M. A., 1991, Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: A. R. PANIZZI & PARRA, J. R. P. (Eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Manole, São Paulo.
- HASSEL. M. P., 1982, What is searching efficiency? *An. Appl. Biol.*, 101:170-175.
- HASSEL, M.P., LAWTON, J. H. & BEDDINGTON, J. R., 1976, The components of arthropod predation. *J. Anim. Ecol.*, 45: 135-164.
- HASSEL, M.P., LAWTON, J. H. & BEDDINGTON, J. R., 1977, Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. *J. Anim. Ecol.*, 46: 249-262.
- HASSEL, M. P. & MAY, R. M., 1986, Generalist and specialist natural enemies in insect predator-prey interactions. *J. Anim. Ecol.*, 55: 923-940.
- HEIMPEL, G. E. & HOUGH – GOLDSTEIN, J. A., 1994, Components of the functional response of *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.*, 23: 855-859.
- HOLLING, C. S., 1959a, Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.*, 91: 385-398.
- HOLLING, C. S., 1959b, The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the european pine sawfly. *Can. Ent.*, 91: 293-329.
- HOLLING, C. S., 1961, Principles of insect predation. *Annu. Rev. Entomol.*, 6: 163-183.
- HOLLING, C. S., 1965, The functional response of predators to prey density and its role mimicry and population regulation. *Mem. Entomol. Soc. Can.*, 45: 1-60.
- HOLLING, C. S., 1966, The functional response of invertebrate predators to prey density. *Mem. Entomol. Soc. Can.*, 48: 1-78.

- HOUCK, M. A & STRAUSS, R. E., 1985, The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. *Can. Ent.*, 117: 617-629.
- HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, P., 1999, *Ecological Entomology*. Harper & Hall, New York, 654p.
- JAHNKE, S. M., 2001, *Dinâmica populacional e distribuição espacial de Cosmoclopius nigroannulatus Stal (Hemiptera: Reduviidae) em Nicotiana tabacum*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia, Pós-graduação em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 97p.
- JERVIS, M. A. & KIDD N. A., 1996, *Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation*. Chapman & Hall, London, 491p.
- JESUS, C. R., 2001, *Dinâmica populacional, distribuição espacial e padrão de movimentação dos adultos de Corecoris dentiventris Berg, 1884 (Hemiptera: Coreidae) em um cultivo experimental de fumo (Nicotiana tabacum) em Porto Alegre, RS*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Pós-graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre, RS, 95p.
- JESUS, C. R. & Romanowski, H. P., 2001, Population dynamics of *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Hemiptera: Coreidae) at an experimental tobacco crop in Porto Alegre, RS – Brazil. *Biotemas* 14: 47-60.
- JULIANO, S. A. & WILLIAMS, F. M., 1987, A comparison of methods for estimating the functional response parameters of the random predator equation. *J. Anim. Ecol.*, 56: 641-653.
- KABISSA, J.C.B., YARRO, J. G., KAIUMBO, H. Y. & JULIANO, S. A., 1996, Functional responses of two chrysopid predators feeding on *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae). *Entomophaga* 41: 141-151.

- KREBS, C. J., 1985, *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins, New York, 801p.
- KASPARI, M., 1990, Prey preparation and the determinants of handling time. *Anim. Behav.*, 40: 118-126.
- LIVDAHL, T. P. & STIVEN, A. E., 1983, Statistical difficulties in the analysis of predator functional response data. *Can. Ent.*, 115: 1365-1370.
- MAIA, W. J. M. S., CRUZ, I., CARVALHO, C. F., MAIA, T. J. A. F. & CARVALHO, L. M., 2001, *Resposta funcional de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com Rhopalosiphum maidis Fitch (Homoptera: Aphididae)*. In: Simpósio de Controle Biológico, 7, Poços de Caldas, *Livro de Resumos*, p. 399.
- MANLY, B. F. J. & JAMIESON, D. C., 1999, Functional response and parallel curve analysis. *Oikos*, 85: 523-528.
- MURDOCH, W., 1971, The developmental response of predators to changes in prey density. *Ecology*, 52: 132-136.
- MURDOCH, W., 1973, The functional response of predators. *J. Appl. Ecol.*, 10: 335-341.
- NORDLUND, D. A. & MORRISON, R. K., 1990, Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomol. Exp. Appl.*, 57: 237-242.
- O'NEIL, R. J., 1997, Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.*, 26: 1183-1190.
- PARRA, J. R. P., 1991, Consumo e utilização de alimento por insetos. In: A. R. PANIZZU & J. R. P. PARRA (eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Manole, São Paulo.



- PARSEVAL, M. von., 1937, As pragas do fumo do Rio Grande do Sul. *Chácaras e quintais*. 56: 486-494.
- PEDIGO, L.P., 1996, *Entomology and pest management*. Prentice Hall, Upper Sandlle River, 679p.
- PIANKA, E. R., 1988, *Evolutionary Ecology*. Harper & Cia Row, New York, 228p.
- POGGIALE, J. C., 1998, Predator-prey models in heterogeneous environment: emergence of functional response. *Math. Comput. Modelling* 27: 63-71.
- RICKLEFS, R. E., 1996, *A economia da natureza*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 470p.
- ROGERS, D., 1972, Random search and insect population models. *J. Anim. Ecol.*, 41: 369-383.
- SAINI, E., QUINTANA G., GRONDONA, M. & ALVARADO, L., 1997, Respuesta funcional de *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae) a la densidad de larvas de *Anticarsia gemmatalis* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 56: 91-95.
- SAS INSTITUTE INC., 2000, *SAS user's guide: Statistics*. Version 8 Edition. Cary, North Carolina.
- SAUCEDO-GONZÁLES, J. & REYES-VILLANUEVA, F., 1987, Respuesta funcional de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) sobre *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae). *F. Entomol. Mex.*, 71: 27-35.
- SILVA, A. G. A., GONÇALVES, C. R., GALVÃO, D. M., GONÇALVES, A. J. L., GOMES, J., SILVA, M. N. & SIMONI, L., 1968, *Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores*. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 622p.

- SOLOMON, M. E., 1949, The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.*, 18: 1-35.
- SOLOMON, M. E., 1980, *Dinâmica de populações*. EPU, São Paulo, 78p.
- TREXLER, J. C., McCULLOCH, C. E. & TRAVIS, J., 1988, How can the functional response best be determined? *Oecologia*, 76: 206-214.
- VAN DRIESCHE, R. G. & BELLOWS Jr, T. S., 1996, *Biological Control*. Chapman & Hall, New York, 539p.
- VEERAVEL, R. & BASKARAN, P., 1997, Searching behaviour of two coccinellid predators, *Coccinella transversalis* Fab. and *Cheilomenes sexmaculatus* Fab. on egg plant infested with *Aphis gossypii* Glov. *Insect Sci. Appl.*, 17: 335-339.
- VIEIRA, G. F., BUENO, V. H. P. & AUAD A. M., 1997, Resposta funcional de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, 26: 495-502.
- WIEDENMANN, R. N. & O'NEIL, R. J., 1991, Laboratory measurement of the functional response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Entomol. Soc. Am.*, 20: 610-614.
- WILLIAMS, F. M. & JULIANO, S. A., 1985, Further difficulties in the analysis of functional-response experiments and a resolution. *Cant. Ent.*, 117: 631-640.

**6. ARTIGO I. Resposta funcional de *Cosmoclopius nigroannulatus* a diferentes densidades de ninfas de *Spartocera dentiventris*<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Conforme normas da *Entomologia Experimentalis et Applicata* (Anexo 2)

## Resposta funcional de *Cosmoclopius nigroannulatus* a diferentes densidades de ninfas de *Spartocera dentiventris*

Luciane da Rocha<sup>1</sup> & Luiza Rodrigues Redaelli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>PPG Biologia Animal, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9500, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil

*Palavras-chave:* resposta funcional, predação, *Cosmoclopius nigroannulatus*, interação predador-presa

### Resumo

Foi avaliada a resposta funcional do predador *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) em ninfas de 1º instar de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae), ambos associados à cultura do fumo (*Nicotiana tabacum* L.). O experimento foi realizado em laboratório ( $27 \pm 1^\circ$ ;  $80 \pm 5\%$  UR; fotofase de 12h), onde foram utilizados 10 machos e 10 fêmeas, recém-emergidos de *C. nigroannulatus* em cada uma das cinco densidades (5, 15, 25, 35 e 45) de ninfas de *S. dentiventris*. Os insetos utilizados no experimento foram obtidos a partir de uma criação massal mantida em uma lavoura experimental de fumo, no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. Os predadores foram observados por cinco dias, a cada 24h, quando era registrado o número de ninfas mortas e/ou consumidas. Os dados observados evidenciaram uma correlação positiva no número de ninfas ingeridas ( $N_a$ ) com o aumento da densidade ( $N$ ), sendo que as fêmeas ingeriram mais ninfas que os machos. A estabilização do consumo se deu em torno da densidade 25 para as fêmeas e 45 para os machos se ajustando ao modelo polinomial quadrático. O tempo de manuseio por presa ( $T_m$ ) estimado foi maior nos machos (3,0h) que nas fêmeas (1,9h), sendo que o tempo de manuseio total ( $T_m \times N_a$ ) aumentou com a densidade. Os demais componentes da resposta funcional, como taxa de ataque ( $a^*$ ), tempo de busca ( $T_b$ ) e eficiência de busca ( $E$ ) apresentaram, tanto em machos como em fêmeas, uma correlação negativa em relação à densidade. Os resultados indicaram uma maior eficiência predatória nas fêmeas. Os componentes da resposta funcional foram ajustados ao modelo randômico da equação dos discos de Holling ( $N_a = N \{1 - \exp[-a^*(T - T_m N_a)]\}$ ), evidenciando o tipo II de resposta funcional.

## Introdução

A compreensão das interações predador-presa tem sido alvo de inúmeros estudos especialmente os relacionados ao uso de predadores em programas de controle biológico em agroecossistemas.

A família Reduviidae, que reúne um grande número de espécies, destaca-se por abrigar um importante grupo de insetos predadores generalistas, associados a vários tipos de pragas em diferentes sistemas agrícolas (Ambrose & Claver, 1997; Ambrose *et al.*, 2000).

*Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hem., Reduviidae) é um predador associado à cultura do fumo (*Nicotiana tabacum* L.), que apresenta grande voracidade sobre a população de ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hem., Coreidae) (C. R. Canto-Silva, com. pess.).

Comumente referido como percevejo-cinzento-do-fumo, *S. dentiventris* é considerado praga em *N. tabacum* pelo seu hábito sugador, causando o enrolamento e murchamento das folhas (Caldas *et al.*, 2000).

Na interação predador-presa, um dos aspectos fundamentais a considerar é a relação existente entre a densidade de presas e o consumo do predador. Para este tipo de comportamento, Solomon (1949) atribuiu o termo “resposta funcional”. De acordo com Holling (1959; 1961) há quatro tipos básicos de resposta funcional: tipo I (linear), tipo II (curvilínea), tipo III (sigmoide) e tipo IV (cupuliforme). As respostas do tipo I e II são encontradas na maioria dos invertebrados, sendo a do tipo III a mais comum em vertebrados (Holling, 1965), embora alguns artrópodos também possam apresentar este tipo de resposta quando não estão diante de suas presas preferenciais (Hassel *et al.*, 1977; Jervis & Kidd, 1996). Já a resposta tipo IV ocorre somente quando outras presas (indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes) interferem no manuseio do

predador ou se for evidenciado um comportamento de defesa das presas que pode se intensificar em densidades maiores (Jervis & Kidd, 1996).

De acordo com Holling (1965) e Hassel *et al.* (1976), a resposta funcional tem como componentes o tempo de exposição, o tempo de busca do predador pela presa, a taxa instântanea de descoberta ou taxa de ataque, a eficiência de busca e o tempo de manuseio, onde é considerado o tempo gasto para dominar, comer e digerir a presa.

O estudo dos diferentes tipos de resposta funcional é importante para o entendimento dos mecanismos básicos subjacentes à interação predador-presa, para o esclarecimento do papel prático das relações coevolucionárias e utilização deste tipo de interação para o controle biológico (Houck & Strauss, 1985). Neste contexto vários experimentos têm sido feitos com insetos predadores em sistemas agrícolas, avaliando diversos aspectos da resposta funcional como os de Veeravel & Baskaran (1997) e Vieira *et al.* (1997) com coccinelídeos, os de Heimpel & Hough-Goldstein (1994), Saini *et al.* (1997) e O'Neil (1997) com pentatomídeos e os de Fonseca *et al.* (2000) com neurópteros.

Em relação a reduvídeos predadores, a resposta funcional tem sido estudada em poucas espécies, destacando-se aqui os trabalhos com *Rhynocoris fuscipes* Fabricius desenvolvidos por Ambrose & Claver (1995; 1996; 1997) e Ambrose *et al.* (2000) em sistemas agrícolas na Índia.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta funcional do predador *C. nigroannulatus* sobre ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*.

## **Material e métodos**

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Biologia e Ecologia de Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) a  $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80 \pm 5\%$  UR e fotofase de 12 h.

Os adultos de *C. nigroannulatus* utilizados no experimento foram obtidos a partir de ninfas de 5º ínstar, coletadas numa lavoura de fumo de aproximadamente 260m<sup>2</sup>, instalada na área experimental deste Departamento, em Porto Alegre, (30°01'S e 51°13' W), RS. As ninfas eram trazidas para o laboratório e mantidas, individualizadas, em potes de plástico transparente (13cm diâmetro x 9cm altura), sendo diariamente alimentadas, sem restrição, com ninfas de 1º e 2º ínstar de *S. dentiventris* e solução de mel a 10%, até alcançarem a fase adulta.

As ninfas de *S. dentiventris* utilizadas, tanto para a criação das ninfas do predador *C. nigroannulatus* quanto para as avaliações da resposta funcional, foram provenientes de uma criação massal mantida na mesma área experimental. Para a obtenção dos ovos, fêmeas de *S. dentiventris* foram confinadas, junto com uma folha de fumo, em gaiolas cilíndricas (19cm diâmetro x 60cm comprimento), de tecido tipo voile, que impediam o acesso de parasitóides. Diariamente as gaiolas foram revisadas e os ovos encontrados eram transferidos para placas de Petri, as quais foram mantidas em estufa tipo BOD, a 30°C e fotofase de 12h, até a eclosão das ninfas.

Para as avaliações da resposta funcional foram utilizados 10 machos e 10 fêmeas de *C. nigroannulatus*, recém-emergidos em cada uma das densidades (5, 15, 25, 35 e 45) de ninfas de 1º ínstar de *S. dentiventris*. Os predadores foram confinados, individualmente, em potes de plástico transparente (13cm diâmetro x 9cm altura). As avaliações foram feitas a cada 24h (*T*) registrando-se o número de ninfas ingeridas e o número de remanescentes. Nessa ocasião os recipientes eram limpos e a mesma quantidade de novas ninfas era oferecida. As observações foram feitas por um período de cinco dias.

A eficiência de busca do predador foi obtida a partir da quantidade de presas mortas e da quantidade de presas oferecidas (densidade) através da fórmula:

$$E = Na/N, \text{ onde:}$$

$E$  = eficiência de busca;

$Na$  = nº de presas consumidas;

$N$  = nº de presas oferecidas.

O tempo de manuseio ( $Tm$ ) foi estimado através da equação dos discos de Holling (1959) pelo método dos quadrados mínimos não lineares (procedimento NLIN, método Marquardt), do aplicativo SAS System (SAS Institute, 2000). A partir do tempo de manuseio estimado, foram obtidos os tempos de manuseio total ( $Tm_{total}$ ), os tempos de busca ( $Tb$ ), as taxas de ataque ( $a'$ ) e o número máximo de presas ingeridas por predador ( $Na_{max}$ ), através das fórmulas:

$$Tm_{total} = Tm \times Na$$

$$Tb = T - (Tm_{total})$$

$$a' = Na / (N \times Tb)$$

$$Na_{max} = T / Tm$$

O número de ninfas ingeridas pelo predador, bem como os tempos de busca e manuseio, eficiência de busca e a taxa instantânea de descoberta, nas diferentes densidades, foram submetidos à análise de correlação linear de Pearson e ANOVA, sendo as médias comparadas através do teste de Tukey a 5%. Os dados observados foram transformados em  $\sqrt{(x+1)}$  e comparados com o modelo randômico da equação dos discos de Holling, proposta por Rogers (1972):

$$Na = N \{1 - \exp[-a'(T - TmNa)]\}.$$

Os valores observados e os estimados pela equação foram submetidos, respectivamente, à análise de regressão linear e não linear e ao teste do qui-quadrado usando o aplicativo Bioestat 2.0 e SAS (proc. NLIN).



## Resultados e discussão

Machos e fêmeas de *C. nigroannulatus* evidenciaram uma correlação positiva em relação ao aumento da densidade de ninfas de *S. dentiventris* ( $r=0,6075$   $P<0,0001$  e  $r=0,5925$ ,  $P<0,0001$ , respectivamente).

As fêmeas consumiram, em todas as densidades, mais presas que os machos, sendo que esta diferença foi estatisticamente significativa nas densidades 25 e 35 (Tabela 1). A maior quantidade de ninfas ingeridas por fêmeas de *C. nigroannulatus* pode ser esperada, pois segundo Saini *et al.* (1997), estas geralmente são mais robustas que os machos e requerem energia extra para o amadurecimento das gônadas e para a atividade de oviposição. Os resultados observados em relação ao consumo das fêmeas nas densidades de presas oferecidas se ajustaram ao modelo polinomial quadrático ( $P=0,01$ ). Verificou-se uma aceleração no consumo até a densidade 25 (Fig. 1A) e, após este ponto, o consumo tendeu a diminuir. No entanto, este decréscimo não foi estatisticamente significativo, apontando que é em torno da densidade 25, que se encontra o ponto de saciedade das fêmeas recém-emergidas de *C. nigroannulatus*, sugerindo um ajuste ao tipo II de resposta funcional.

Em relação aos machos, o consumo de ninfas diferiu de forma significativa somente entre a densidade 5 e as densidades 25, 35 e 45, registrando-se também uma diferença estatística entre as densidades 15 e 45. (Tabela 1). Assim como nas fêmeas, o número de ninfas consumidas com o aumento da densidade, se ajustou ao modelo polinomial quadrático ( $P=0,03$ ), evidenciando uma curva quase linear, com um consumo maior em torno da densidade 45 (Fig. 1B), embora este não tenha sido significativamente diferente das densidades 25 e 35, sugerindo, da mesma forma que para as fêmeas, um ajuste ao modelo tipo II.

Os diferentes tipos de resposta funcional podem exercer efeitos diversos, sobre a dinâmica populacional dos predadores e presas envolvidos (Begon *et al.*, 1990). O tipo II de resposta funcional é encontrado na maioria dos estudos envolvendo insetos predadores, inclusive em reduvídeos (Ambrose & Claver, 1995, 1996; 1997; Ambrose *et*

*al.*, 2000). No entanto, alguns fatores intrínsecos do predador como, o tipo de substrato onde a presa se encontra, condições ambientais ou tipos de presas podem conduzir a outros tipos de resposta (Hassel *et al.*, 1976).

Heimpel & Hough-Goldstein (1994) verificaram que o tipo de resposta funcional de *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) a larvas de *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) não se ajustou nem ao tipo II nem ao tipo III, provavelmente devido à descontinuidade verificada no número de larvas ingeridas. Em relação ao tipo de substrato da presa, Coll & Ridgway (1995), verificaram diferentes tipos de resposta funcional ao estudarem o comportamento predatório de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) sobre trips em tomate, feijão e pimenta. Seus resultados evidenciaram o tipo II de resposta funcional sobre trips em folhas de feijão e pimenta e o tipo I em tomate. O modelo tipo I também foi encontrado por Nordlund & Morrison (1990) em larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) consumindo ovos e larvas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). Para Hassel *et al.* (1977) o modelo tipo I de resposta funcional não pode ser aceito, já que nenhum predador apresenta um apetite ilimitado, devendo haver uma densidade de presas, a partir da qual o consumo não mais aumenta. O consumo quase que linear evidenciado nos machos de *C. nigroannulatus*, pode estar relacionado com outros componentes da resposta funcional que serão discutidos mais adiante. O modelo tipo III, embora menos comum em insetos, foi verificado por Kabissa *et al.* (1996) em *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), predando *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae).

A estimativa de parâmetros para se avaliar os componentes da resposta funcional tem sido amplamente discutida, sendo os modelos não lineares mais utilizados para este fim (Houck & Strauss, 1985; Juliano & Willians, 1987; Fan & Pettitt, 1994). Segundo Streams (1994), esses parâmetros são responsáveis pela determinação dos diferentes tipos de resposta funcional.

O tempo de manuseio ( $T_m$ ) por presa, estimado pelo método dos quadrados mínimos não lineares, foi menor nas fêmeas (1,93h) em relação aos machos (3,07h). O número máximo de presas ingeridas por predador durante o período de 24h foi maior nas fêmeas (12,4 ninfas) em relação aos machos (7,8 ninfas). Através dos desvios padrões, verificou-se tanto nas fêmeas como nos machos, um consumo maior do que o número estimado nas densidades 25 (fêmeas) e 45 (machos) (Fig. 1A e B). Segundo Abrams (1990), essas variações podem ocorrer em função de aspectos comportamentais e/ou fisiológicos exibidos pelos predadores.

Ao se avaliar o tempo de manuseio total foi verificada uma tendência de aumento à medida que a densidade de presas crescia. Nos machos, houve diferença estatisticamente significativa entre a densidade 5 e as densidades 25, 35 e 45, registrando-se também uma diferença entre as densidades 15 e 45 (Tabela 2). Já nas fêmeas, o tempo de manuseio total diferiu estatisticamente entre as densidades 5, 15 e 25 e, a partir desta última, não foi evidenciada diferença estatística em relação as densidades 35 e 45 (Tabela 2). Segundo Nordlund & Morrison (1990), o tempo de manuseio tem um efeito importante sobre o tipo de resposta funcional, sendo que, quanto mais curto ele for, mais rápido a curva atingirá a assíntota. Além disso, o tempo de manuseio pode influenciar outros componentes como a taxa de ataque e a eficiência de busca (Beddington, 1975). Em *C. nigroannulatus*, os machos levaram mais tempo manuseando a presa, resultando numa aceleração do consumo mais lenta, demonstrada na curva quase que linear, quando comparada com as fêmeas, que atingiram a assíntota já na densidade 25 (Fig. 1A e B). Resultados contrários foram obtidos por Ambrose & Claver (1997) com o reduvídeo predador *Rhynocoris fuscipes* sobre *Spodoptera litura*, onde o tempo de manuseio diminuiu à medida que a densidade de presas aumentava.

Em relação ao tempo de busca estimado constatou-se, tanto para machos como para fêmeas, uma diminuição à medida que a densidade de presas aumentava, sendo que as fêmeas evidenciaram sempre um maior tempo em todas as densidades testadas (Tabela 2). Entretanto, nos machos, houve diferença estatisticamente significativa entre a

densidade 5 e as densidades 25, 35 e 45, registrando-se também uma diferença entre as densidades 15 e 45. Nas fêmeas verificou-se diferença estaticamente significativa entre as densidades 5, 15 e 25. (Tabela 2). Segundo Hassel *et al.* (1976), essa diminuição do tempo de busca ocorre porque nas grandes densidades há maiores chances de encontro com a presa. O tempo de busca menor, evidenciado nos machos de *C. nigroannulatus*, pode ser atribuído ao maior tempo de manuseio com cada presa, pois segundo Holling (1961), o tempo gasto com o manuseio reduz o tempo de busca.

De acordo com Holling (1959) a taxa de ataque pode ser considerada uma constante independente da densidade. No entanto, em *C. nigroannulatus* a taxa de ataque estimada a partir do tempo de busca tendeu a diminuir com o aumento da densidade (Tabela 2). Nos machos, na densidade 5 estimou-se a maior taxa de ataque estatisticamente diferente das demais que foram semelhantes entre si. Nas fêmeas registrou-se diferença estatística significativa entre a densidade 5 e as densidades 15 e 45 (Tabela 2). De acordo com Wiedenman & O'Neil (1991), essa diminuição da taxa de ataque pode ser atribuída ao consumo proporcionalmente alto nas baixas densidades (Tabela 1), além do limite imposto pela saciedade, que se torna evidente nas densidades maiores de presas.

Da mesma forma, a eficiência de busca estimada apresentou, tanto nos machos como nas fêmeas uma diminuição à medida que a densidade de presas aumentava ( $P < 0,0001$ ) sendo as fêmeas, de modo geral, mais eficientes. Entre as densidades, tanto os machos como as fêmeas de *C. nigroannulatus*, apresentaram uma diferença estatisticamente significativa da densidade 5 em relação às demais, porém nas fêmeas, constatou-se uma diferença entre a densidade 15 e as densidades 35 e 45. A diminuição da eficiência de busca com o aumento da densidade ocorre porque o predador passa mais tempo procurando a presa nas baixas densidades (Hassel *et al.*, 1977). Diminuição na taxa de ataque e na eficiência de busca, conforme a densidade de presas aumentava também foi encontrada por Ambrose & Claver (1995; 1996) em fêmeas recém-emergidas

de *R. fuscipes* sobre *Riptortus clavatus* e *S. litura*. Da mesma forma, Saini *et al.* (1997) registraram uma diminuição nesses componentes ao avaliarem a resposta funcional de *Podisus conexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre larvas de *Anticarsia gemmatalis*, (Lepidoptera: Noctuidae), evidenciando uma maior eficiência de busca nas fêmeas.

Segundo Hassel *et al.* (1976), o modelo de resposta funcional proposto por Holling (1959) não considerava a redução de presas à medida que o predador vai consumindo durante o tempo de exposição. No presente estudo, como as ninfas eram repostas somente após 24h e, dentro deste período, houve consumo de presas pelo predador, o uso do modelo randômico foi considerado mais adequado.

A análise de regressão não linear demonstrou que os componentes estimados da resposta funcional se ajustaram ao modelo randômico, sendo o coeficiente  $R^2=0,9501$  para machos e  $R^2=0,8539$  para fêmeas (Fig. 2). Os valores observados e os estimados pela equação corroboraram o modelo, não evidenciando diferenças estatisticamente significativas em cada uma das densidades 5, 15, 25, 35 e 45 respectivamente nos machos:  $\chi^2=0,878$ ,  $P=0,8328$ ,  $gl=8$ ;  $\chi^2=0,0488$ ,  $P=0,9298$ ,  $gl=9$ ;  $\chi^2=0,0053$ ,  $P=0,9512$ ,  $gl=9$  e  $\chi^2=0,0638$ ,  $P=0,9722$ ,  $gl=6$  e respectivamente nas fêmeas:  $\chi^2=0,0878$ ,  $P=0,8196$ ,  $gl=9$ ;  $\chi^2=0,0922$ ,  $P=0,113$ ,  $gl=9$ ;  $\chi^2=0,0606$ ,  $P=0,9402$ ,  $gl=9$ ;  $\chi^2=0,0457$ ,  $P=0,9543$ ,  $gl=9$ ;  $\chi^2=0,0325$ ,  $P=0,9676$ ,  $gl=6$  (Tabela 1 e Fig. 2).

A evidência da resposta tipo II em *C. nigroannulatus*, bem como de seus componentes, são importantes para determinar sua contribuição para a dinâmica populacional de *S. dentiventris* e identificar a densidade, a partir da qual, a presa escaparia ao controle do predador. No entanto cabe salientar que, em estudos de resposta funcional, dados de campo são fundamentais para complementar os de laboratório, já que em condições naturais muitas outras variáveis podem atuar no

comportamento do predador, acarretando modificações dos componentes da resposta funcional.

## Referências bibliográficas

- Abrams, P.A., 1990. The effects of adaptive behavior on the type-2 functional response. *Ecology* 71: 877-885.
- Ambrose, D. P. & M. A. Claver, 1995. Functional response of *Rhynocoris fuscipes* Fabricius (Heteroptera: Reduviidae) to *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *Journal of Biological Control* 9: 74-77.
- Ambrose, D. P. & M. A. Claver, 1996. Size preference and functional response of the reduviid predator *Rhynocoris marginatus* Fabricius (Heteroptera: Reduviidae) to its prey *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepdoptera: Noctuidae). *Journal of Biological Control* 10: 29-37.
- Ambrose, D. P. & M. A. Claver, 1997. Functional and numerical responses of the reduviid predator, *Rhynocoris fuscipes* F. (Het., Reduviidae) to cotton leafworm *Spodoptera litura* F. (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 121: 333 - 336.
- Ambrose, D. P.; Claver, M. A & P. Mariapaan, 2000. Functional response of *Rhynocoris marginatus* (Heteroptera: Reduviidae) to two pests of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 70: 630-632.
- Beddington, J.R., 1975. Mutual interference between parasites or predators and its effects on searching efficiency. *Journal of Animal Ecology* 44: 331-340.
- Begon, M., J. L. Harper, & C. R. Townsend, 1990. *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 945p.
- Caldas, B.H.C., L. R. Redaelli & L. M. G. Diefenbach, 2000. Biology of *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Hemiptera, Coreidae) in tobacco culture (*Nicotiana tabacum*). *Revista Brasileira de Biologia* 60: 173-178.

- Coll, M. & R.L. Ridgway, 1995. Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. *Annals of Entomological Society of America* 88: 732-738.
- Fan, Y. & F. L. Pettitt, 1994. Parameter estimation of functional response. *Environmental Entomology* 23: 785-794.
- Fonseca, A. R; C. F. Carvalho & B. Souza, 2000. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 309-317.
- Hassel, M.P., J.H. Lawton & J. R. Beddington, 1976. The components of arthropod predation. *Journal of Animal Ecology* 45: 135-164.
- Hassel, M.P., J.H. Lawton & J. R. Beddington, 1977. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. *Journal of Animal Ecology* 46: 249-262.
- Heimpel, G. E. & J. A. Hough – Goldstein, 1994. Components of functional response of *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology* 23: 855-859.
- Holling, C. S., 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist* 9: 385-398.
- Holling, C. S., 1961. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology* 6: 163-183.
- Holling, C. S., 1965. The functional response of predators to prey density and its role mimicry and population regulation. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 45: 1-60.
- Houck, M. A & R. E. Strauss, 1985. The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. *Canadian Entomologist* 117: 617-629.



- Jervis, M. A. & N. A. Kidd, 1996. Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation. Chapman & Hall. London, 491p.
- Juliano, S. A & F. M. Willians, 1987. A comparison of methods for estimating the functional response parameters of the random predator equation. *Journal of Animal Ecology* 56: 641-653.
- Kabissa, J. C. B.; J. G. Yarro; H. Y. Kaiumbo, & S. A. Juliano, 1996. Functional responses of two chrysopid predators feeding on *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae). *Entomophaga* 41: 141-151.
- Nordlund, D. A. & R.K. Morrison, 1990. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 57: 237-242.
- O'Neil, R. J., 1997. Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 26: 1183-1190.
- Rogers, D., 1972. Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology* 41: 369-383.
- Saini, E.; G. Quintana; M. Grondona & L. Alvarado, 1997. Respuesta funcional de *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae) a la densidad de larvas de *Anticarsia gemmatalis* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 56: 91-95.
- SAS INSTITUTE INC., 2000. SAS user's guide: Statistics, Version 8 Edition, Cary, North Carolina.
- Solomon, M.E., 1949. The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology* 18: 1-35.

- Streams, F.A., 1994. Effect of prey size on attack components of the functional response by *Notonecta undulata*. *Oecologia* 98: 57-63.
- Veeravel, R. & P. Baskaran, 1997. Searching behaviour of two coccinellid predators *Coccinella transversalis* Fab. and *Cheilomenes sexmaculatus* Fab. on eggplant infested with *Aphis gossypii* Glov. *Insect Science and its Application* 17: 335-339.
- Vieira, G. F., V. H. P. Bueno & A. M. Auad, 1997. Resposta funcional de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 26: 495-502.
- Wiedenmann, R. N. & R.J. O'neil, 1991. Laboratory measurement of the functional response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of Entomological Society of America* 20 : 610-614.

Tabela 1- Número médio, observado (valor bruto), observado (transformado em  $\sqrt{(x+1)}$ ) e estimado ( $\pm$  E P) de ninfas consumidas (*Na*) por fêmeas e machos de *Cosmoclopius nigroannulatus* em relação às diferentes densidades (*N*) de ninfas de 1º ínstar de *Spartocera dentiventris*.

Presas consumidas por sexo	N				
	5	15	25	35	45
<b>Fêmeas</b>					
Observado (valores brutos)	3,3 ± 0,38aA <sup>1</sup>	6,6 ± 0,76bA	10,0 ± 0,95cB	9,9 ± 1,08cB	8,6 ± 0,57bcA
Observado (transformado)	2,0 ± 0,09	2,8 ± 0,13	3,3 ± 0,14	3,3 ± 0,16	3,1 ± 0,09
Estimado	(1,7 ± 0,06) <sup>2</sup>	(2,5 ± 0,11)	(3,1 ± 0,13)	(3,1 ± 0,14)	(2,8 ± 0,44)
<b>Machos</b>					
Observado (valores brutos)	2,6 ± 0,32aA	3,8 ± 0,60abA	5,3 ± 0,30bcA	5,6 ± 0,66bcA	6,4 ± 0,82cA
Observado (transformado)	1,9 ± 0,08	2,2 ± 0,13	2,5 ± 0,06	2,5 ± 0,13	2,7 ± 0,16
Estimado	(1,7 ± 0,11)	(2,0 ± 0,11)	(2,4 ± 0,06)	(2,5 ± 0,12)	(2,6 ± 0,33)

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula (colunas) e minúscula (linhas) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>2</sup> Valores estimados não diferem estatisticamente dos observados (transformados) pelo teste do  $\chi^2$  a 5%.

Tabela 2- Valores médios do tempo de manuseio total ( $Tm_{total}$ ), tempo de busca ( $Tb$ ), taxa de ataque ( $a'$ ) e eficiência de busca ( $E$ ) de fêmeas e machos de *Cosmoclopius nigroannulatus* em diferentes densidades ( $N$ ) de ninfas de 1º ínstar de *Spartocera dentiventris*.

Densidade de ninfas oferecidas por sexo	$Tm_{total}$ (h)	$Tb$ (h)	$a'$	$E$
<b>Fêmeas</b>				
5	3,8 ± 0,17aB <sup>1</sup>	20,0 ± 0,17aB	0,02 ± 1x10 <sup>-3</sup> aA	0,7 ± 0,08aA
15	5,1 ± 0,24bB	18,9 ± 0,24bB	0,01 ± 2x10 <sup>-3</sup> bA	0,4 ± 0,05bA
25	6,1 ± 0,26cB	17,8 ± 0,26cB	0,007 ± 4x10 <sup>-4</sup> bcA	0,4 ± 0,04bcA
35	6,1 ± 0,28cB	17,9 ± 0,28cB	0,005 ± 3x10 <sup>-4</sup> cdA	0,3 ± 0,03cA
45	5,7 ± 0,17cB	18,3 ± 0,17bcB	0,004 ± 4x10 <sup>-4</sup> dA	0,2 ± 0,03cA
<b>Machos</b>				
5	5,8 ± 0,25aA	18,2 ± 0,25aA	0,02 ± 2x10 <sup>-3</sup> aA	0,5 ± 0,06aA
15	6,6 ± 0,40abA	17,4 ± 0,40abA	0,01 ± 1x10 <sup>-3</sup> bA	0,3 ± 0,04bA
25	7,7 ± 0,19bcA	16,3 ± 0,19bcA	0,01 ± 2x10 <sup>-4</sup> bA	0,2 ± 0,01bA
35	7,8 ± 0,39bcA	16,2 ± 0,39bcA	0,005 ± 3x10 <sup>-4</sup> bA	0,2 ± 0,02bA
45	8,2 ± 0,48cA	15,8 ± 0,48cA	0,004 ± 3x10 <sup>-4</sup> bA	0,1 ± 0,02bA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula (entre as densidades) e maiúscula (entre fêmeas e machos) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

**Figura 1.** Resposta funcional registrada em fêmeas (A) e machos (B) de *Cosmoclopius nigroannulatus* em diferentes densidades de ninfas de 1º instar de *Spartocera dentiventris*.

**Figura 2.** Resposta funcional estimada pelo modelo randômico em fêmeas e machos de *Cosmoclopius nigroannulatus* em diferentes densidades de ninfas de 1º instar de *Spartocera dentiventris*.

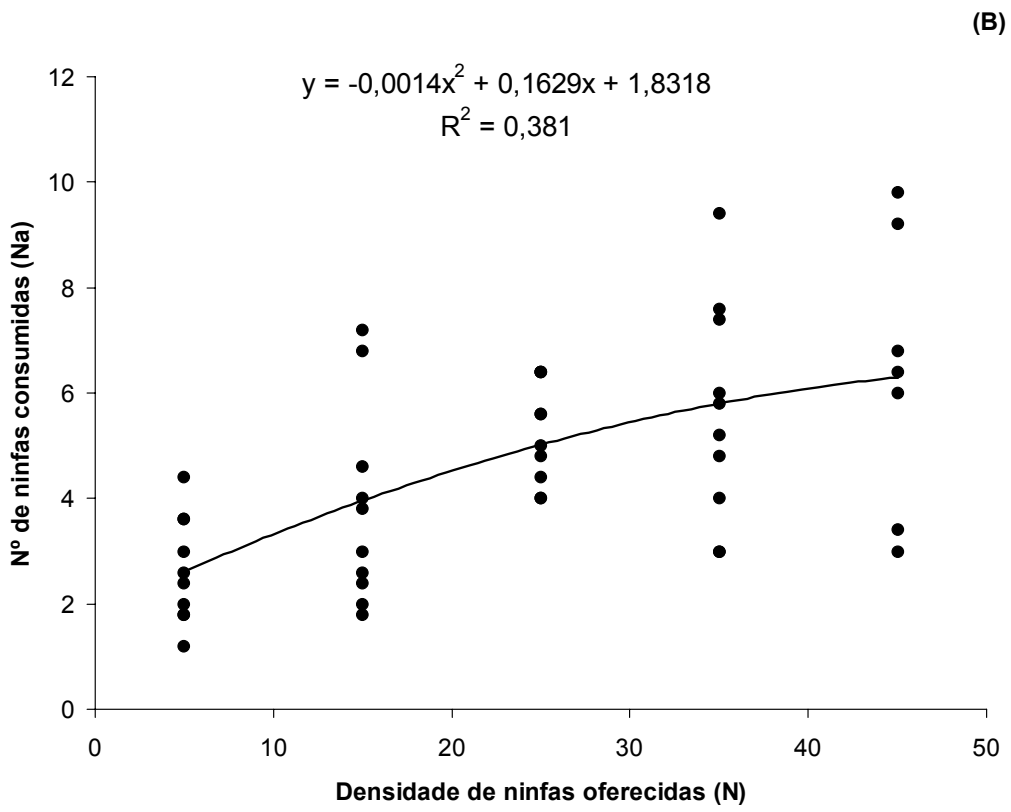
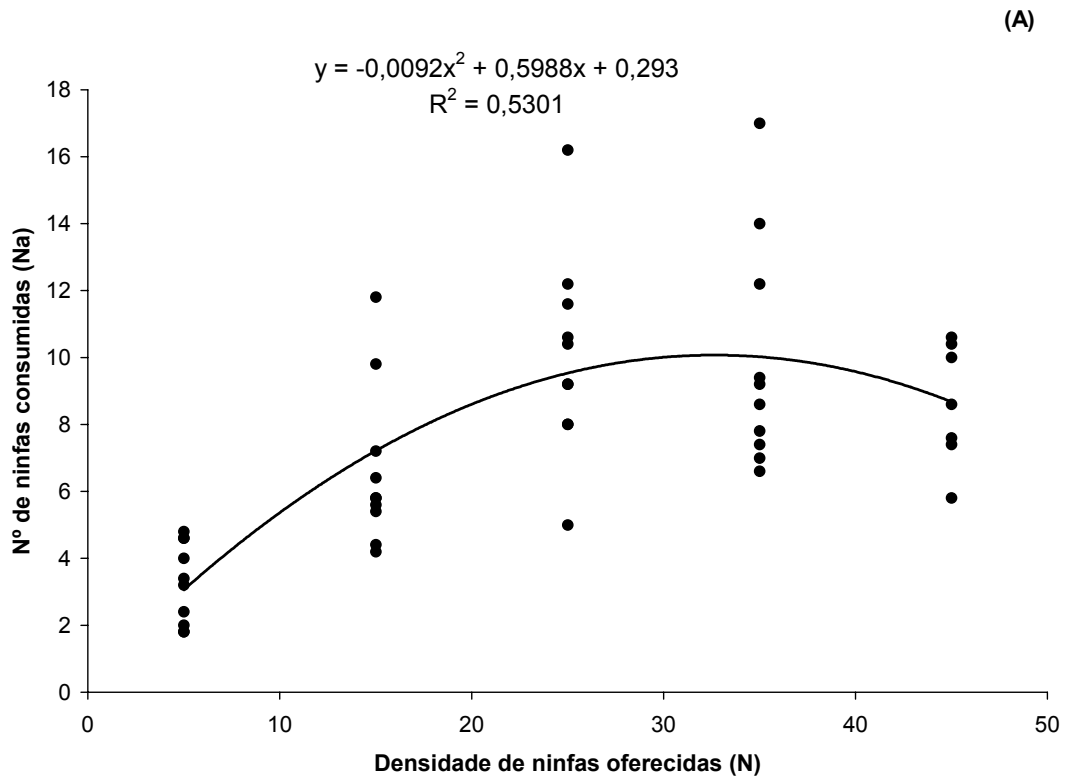
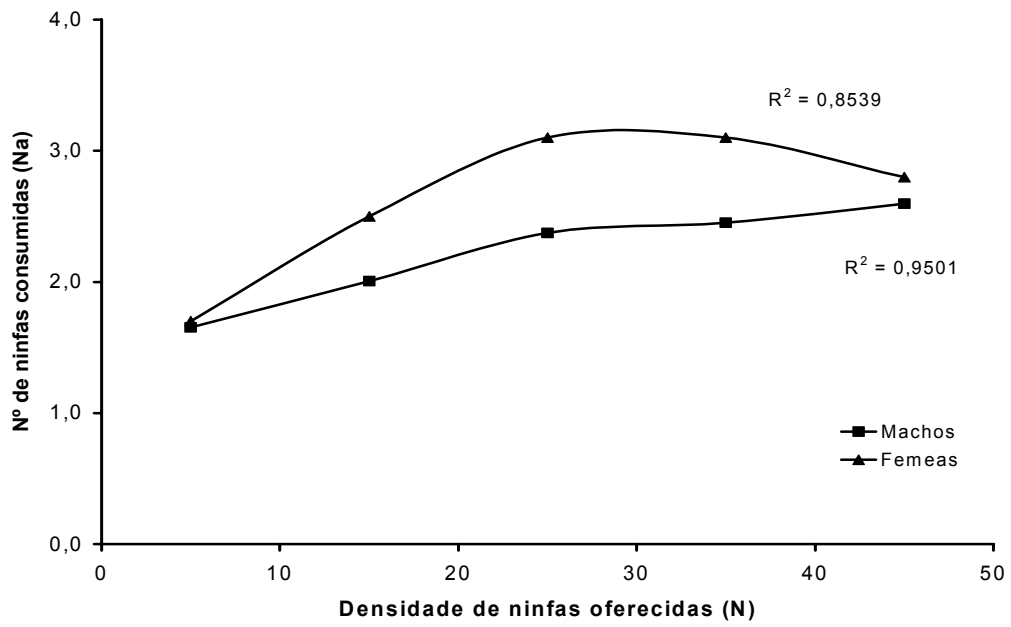


Figura 1 (Rocha & Redaelli, 2002)



**Figura 2** (Rocha & Redaelli, 2002)

**7. ARTIGO II. Extração de Alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal  
(Hemiptera: Reduviidae) de Ninfas de *Spartocera dentiventris* Berg  
(Hemiptera: Coreidae)<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Conforme normas da Neotropical Entomology (Anexo 3)



Luiza Rodrigues Redaelli  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Fitossanidade – Faculdade de Agronomia

Av. Bento Gonçalves, 7712 – Bairro Agronomia

CEP 91540-000

Porto Alegre, RS

Extração de Alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) de Ninfas de  
*Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae)

LUCIANE DA ROCHA<sup>1</sup>; LUIZA RODRIGUES REDAELLI<sup>1,2</sup> & MARCELO GOMES STEINER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PPG BIOLOGIA ANIMAL, INSTITUTO DE BIOCÍÊNCIAS, UFRGS, AV. BENTO GONÇALVES 9500, 91501-970, PORTO ALEGRE, RS, BRASIL

<sup>2</sup>DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, FACULDADE DE AGRONOMIA, UFRGS, AV. BENTO GONÇALVES, 7712, 91540-000, PORTO ALEGRE, RS, BRASIL

Extração de Alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) de Ninfas de  
*Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae)

## Food Extraction by *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) from *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) Nymphae

ABSTRACT- The feeding behavior of the predator is related either to the abundance or to the size of the available preys, it is determinate directly by the predator's hungry and by the time spent handling the prey. At this context, this study aimed to evaluate the food extraction by *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) from *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) first instar nymphae, both related to tobacco culture (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae). The experiment was conducted in laboratory conditions ( $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , RH  $80 \pm 5\%$ , photophase 12h) and the insects proceeded from a mass rearing kept in a tobacco experimental plot. Ten newly emerged adults of each sex of *C. nigroannulatus* were used. The insects were previously weighed and individualized in transparent plastic recipients in each one of the five quantities (mg) of first instar nymphae of *S. dentiventris* (5,1;14,7; 29,8; 36,6; 44,8mg, offered for males and 5,5; 14,7; 31,1; 37,4; 48,5mg offered for females). Every 24h, for five days, the weight of the adults, the total amount of nymphae consumed in mg ( $Na$ ) and the weight of the remaining nymphae were registered. In each one of the five days, four observations of 30 minutes length were carried, with a three hours interval between them. During this period, the time spent by the predator to ingest the food ( $Te$ ) was controlled. Considering the data it was possible to estimate the amount (mg) and the food percentile (%) extracted from each nymph ( $We$ ), the amount extracted per minute ( $We/min$ ), the remaining food ( $R$ ) and the relative consumption rate ( $RCR$ ). The results evidenced, to the female insects, a greater consumption rate in the 5th and 4th days of observation, with a quantity of 5,5 and 14,7 mg of nymphae respectively. By the regression analysis, an increase was evidenced in the total consumption of nymph, ( $Na$ ), in the mean weight of the predator ( $Wp$ ), in the food remaining ( $R$ ) and in the relative consumption rate ( $RCR$ ) ( $P < 0,0001$ ). The total consumption ( $Na$ ) (%), the food quantity (mg) and percentile extracted per prey ( $Pe$ ) and the amount of food extracted per minute ( $Pe/min$ ) decreased ( $P < 0,0001$ ), considering that the females consumed and gained more weight than the males. In the males, the total consumption ( $Na$ ) and quantity of food extracted per prey ( $Pe$ ) stabilized in the intermediate quantity of 29,8mg (male) and 31,1mg (female). It was not evidenced any correlation between time of ingestion ( $Te$ ) and nymphae quantity increase. The females ingested more quickly ( $19,9 \pm 2,26\text{min}$ ) than the males ( $23,9 \pm 1,29\text{min}$ ). The results suggested that the feeding behavior of *C. nigroannulatus* concerning first instar nymphae of *S. dentiventris* is directly related with the available quantity of preys.

Keywords: Predation, Reduviidae, food consumption, handling time.

RESUMO- O comportamento alimentar dos predadores está relacionado à abundância ou ao tamanho das presas disponíveis, sendo determinado diretamente pela fome do predador e pelo tempo gasto em manusear a presa. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a extração de alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) de ninfas de primeiro instar de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae), ambos associados à cultura do fumo (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae). O experimento foi conduzido em condições de laboratório ( $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR  $80 \pm 5\%$ ; fotofase 12h) e os insetos eram provenientes de uma criação massal mantida em uma cultura experimental de fumo. Foram utilizados 10 insetos adultos de cada sexo de *C. nigroannulatus*, recém-emergidos, previamente pesados e individualizados em potes de plástico transparente, em cada uma das cinco quantidades (mg) de ninfas de primeiro instar de *S. dentiventris* (5,1, 14,7, 29,8; 36,6 e 44,8mg oferecidas aos machos e 5,5; 14,7; 31,1; 37,4 e 48,5mg, oferecidas às fêmeas). A cada 24h, por um período de cinco dias, registrava-se o peso dos adultos, a quantidade total de ninfas consumidas em mg (Na) e o peso das remanescentes. Em cada um dos cinco dias foram feitas quatro observações, com duração de 30 minutos e intercaladas de 3 horas. Nesses períodos cronometrava-se o tempo gasto pelo predador em ingerir o alimento (*Ti*). Com os dados obtidos foi possível estimar a quantidade (mg) e o percentual de alimento (%) extraído de cada ninfa (*Pe*), a quantidade extraída por minuto (*Pe/min*), as sobras de alimento (*S*) e a taxa de consumo relativa (*RCR*). Os resultados evidenciaram, para as fêmeas, uma maior taxa de consumo no 5° e 4° dia de tratamento, respectivamente, diante das quantidades 5,5 e 14,7 mg de ninfas. Através da análise de regressão foi evidenciado um aumento no consumo total de ninfas ingeridas (*Na*), no ganho de peso e no peso médio do predador (*Pb*), nas sobras de alimento (*S*) e na taxa de consumo relativa (*RCR*) ( $P < 0,0001$ ) e uma diminuição na taxa de consumo total (*Na*) (%), na quantidade (mg) e no percentual de alimento (%) extraído por presa (*Pe*) e na quantidade de alimento extraída por minuto (*Pe/min*) ( $P < 0,0001$ ), sendo que as fêmeas consumiram e ganharam mais peso que os machos. Nos machos, a estabilização no consumo total (*Na*) e na quantidade de alimento extraído por presa (*Pe*) ocorreu por volta da quantidade intermediária de 29,8mg (machos) e 31,1 mg (fêmeas). Não foi evidenciada, tanto nos machos como nas fêmeas, nenhuma correlação do tempo de ingestão (*Ti*) com o aumento da quantidade de ninfas, sendo que as fêmeas ingeriram mais rapidamente ( $19,9 \pm 2,26\text{min}$ ) que os machos ( $23,9 \pm 1,29\text{min}$ ). Os resultados sugeriram que o comportamento alimentar *C. nigroannulatus* sobre ninfas de 1° instar de *S. dentiventris* está diretamente relacionado com a quantidade de presas disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: predação, Reduviidae, consumo alimentar, tempo de manuseio

O efeito que uma população de predadores exerce em uma população de presas tem grande interesse teórico e prático (Murdoch 1971). Em insetos predadores, por sua vez, o comportamento alimentar e a maneira pela qual respondem à abundância de alimentos poderão determinar a eficiência, bem como o impacto que poderão causar nas populações com as quais interagem (Hassel & May 1986). A resposta dos predadores em função da densidade de presas (abundância de alimento), foi denominada resposta funcional (Solomon 1949) a qual foi amplamente estudada por Holling (1959, 1966) e Hassel *et al.* (1976, 1977). A resposta funcional tem vários componentes envolvidos, sendo que aspectos relacionados à extração do alimento em peso ou biomassa são importantes para complementá-la (Holling 1966).

A extração de alimento está diretamente relacionada à preparação da presa (Kaspari 1990) e, principalmente à fome do predador, que é definida como quantidade de alimento requerida pelo indivíduo para se tornar saciado (Holling 1966). Para tanto, é levado em conta o peso do predador ( $Pp$ ); a quantidade de alimento extraído por presa ( $Pe$ ), a quantidade extraída por minuto ( $Pe/min$ ) e as sobras de alimento ( $S$ ); o peso total ingerido ( $Na$ ); o peso total excretado e assimilado ( $Ea$ ) durante o tempo em que predador e presa ficam expostos ( $T$ ); a capacidade intestinal ( $Pi$ ) e o ganho de peso do predador ou biomassa acumulada ( $Pb$ ). Além desses componentes, pode-se levar em conta também a taxa de consumo relativo ( $RCR$ ), que representa a quantidade de alimento ingerido por miligrama de peso corpóreo do inseto por dia (mg/mg/dia) (Slansky & Scrieber 1982, Parra 1991).

A eficiência do predador na extração do alimento, condicionada por todos os componentes citados é influenciada por um importante componente da resposta funcional: o tempo de manuseio. Esse, por sua vez, envolve o tempo gasto na captura ( $Tc$ ), o tempo de ingestão ( $Ti$ ) e a pausa para a digestão ( $Td$ ) (Holling 1966, Hassel *et al.* 1976). Além disso, o aumento ou a diminuição do tempo de manuseio está diretamente relacionada à maximização ou a redução da taxa de consumo do predador de acordo com os recursos do ambiente, conforme estabelece a teoria do forrageamento ótimo (Cook & Cockrell 1978, Pianka 1988). Deste modo, o estudo da resposta funcional

juntamente com o comportamento alimentar dos insetos predadores, principalmente aqueles associados a agroecossistemas, são importantes por contribuir para o delineamento de programas de controle biológico.

A maioria dos insetos predadores associados a agroecossistemas se encontra distribuída nas ordens Coleoptera, Neuroptera e Hemiptera. Entre os hemípteros, a família Reduviidae destaca-se por incluir importantes predadores associados a várias culturas, com diversos tipos de adaptações alimentares (Cohen 1990). No entanto, poucos estudos foram feitos sobre o comportamento alimentar destes insetos. Entre estes destaca-se o de Cohen & Tang (1997) que avaliaram a relação entre o peso relativo dos reduvídeos predadores *Sinea confusa* e *Zelus renardii* e o peso ingerido de diferentes tamanhos de larvas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), com o tempo de manuseio. Os autores observaram que o peso e o tamanho das presas influenciaram a quantidade de alimento ingerido e o tempo de manuseio em ambas as espécies de predadores.

*Cosmoclopius nigroannulatus* (Hemiptera: Reduviidae) é um predador generalista presente na cultura do fumo (*Nicotiana tabacum*) e tem como presa principal ninfas dos três primeiros instares de *Spartocera dentiventris* (Hemiptera: Coreidae) (Canto-Silva 1999) referido como praga nesta cultura, por causarem o murchamento e o enrolamento nas folhas (Parseval 1937, Silva *et al.* 1968). Nesse contexto, este estudo objetivou avaliar os aspectos relacionados à extração do alimento por adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* em diferentes quantidades de ninfas de primeiro instar de *S. dentiventris* em laboratório.

## **Material e Métodos**

Os adultos de *C. nigroannulatus* utilizados no experimento foram coletados como ninfas de quinto instar numa lavoura experimental de fumo, instalada na área experimental do Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre (30°01 S e 51°13 W), RS. Essas ninfas eram trazidas ao laboratório de Biologia e Ecologia de Insetos (27 ± 1°C; UR 80 ± 5%; fotofase 12h), do mesmo Departamento, acondicionadas, individualmente, em

potes de plástico transparente (13cm diâmetro x 9cm altura) alimentadas com ninfas de *S. dentiventris* até a emergência dos adultos.

As presas utilizadas (ninfas de primeiro ínstar) de *S. dentiventris* eram provenientes de uma criação massal mantida na mesma área experimental. Para obtenção das ninfas, fêmeas de *S. dentiventris*, foram, individualmente, confinadas em gaiolas de tecido tipo voile (19cm diâmetro x 60 cm altura) que envolvia uma folha de fumo, substrato para oviposição. As posturas foram diariamente recolhidas e trazidas para o laboratório, acondicionadas em placas de Petri (15cm diâmetro x 1,5cm altura) e mantidas em estufa BOD a 30° até a eclosão das ninfas.

As avaliações de extração de alimento foram feitas no laboratório, empregando-se adultos de *C. nigroannulatus* recém-emergidos. Logo após a emergência, cada adulto foi pesado em balança de precisão, com aproximação de 0,001, modelo BG200, marca GEHAKA® e transferido, individualmente, para um pote plástico transparente (13cm diâmetro x 9cm altura). Utilizou-se 10 insetos adultos de cada sexo para avaliar o consumo em cada uma das densidades de 5, 15, 25, 35 e 45 ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*. As ninfas, antes de serem ofertadas, foram pesadas na mesma balança de precisão. As densidades de 5, 15, 25, 35 e 45 de ninfas de *S. dentiventris* oferecidas corresponderam, respectivamente, a um peso médio de 5,1; 14,7; 29,8; 36,6 e 44,8mg, oferecidas aos machos e 5,5; 14,7; 31,1; 37,4 e 48,5mg oferecidas para as fêmeas. O experimento teve duração de cinco dias, sendo que a cada 24h (*T*) registrava-se o peso dos adultos, das ninfas remanescentes e das que seriam oferecidas. Para avaliar o tempo gasto pelo predador em ingerir o alimento (*Ti*), foram feitas quatro observações diárias ao longo de período experimental, com duração de 30min e intercaladas de 3h cada uma, onde cronometrava-se o tempo que o predador levava para sugar a presa a partir da inserção do aparelho bucal no corpo da mesma.

Com o registro dos dados foi possível estimar o percentual total de presas ingeridas pelo predador (*Na*)(%) e o percentual extraído por presa (*Pe*)(%). A partir da quantidade de alimento extraída por presa (*Pe*)(mg), estimou-se o que sobrou de cada presa após a ingestão (*S*)(mg) através da fórmula:  $S = P - Pe$  (Holling 1966), onde *P* refere-se ao peso de cada presa. O ganho de peso do predador foi estimado através da diferença entre o peso do predador no início e no final dos cinco dias, sendo estimada também a taxa de consumo relativo (*RCR*) através da fórmula:  $Na / Pp \times T$  (Parra 1991), onde *Pp* se refere ao peso médio do predador em 24h (*T*). A partir da quantidade extraída por presa (*Pe*)(mg) e do tempo gasto para ingeri-la (*Ti*), estimou-se quantidade de alimento extraído por minuto (mg/min), a qual foi obtida através da fórmula:  $Pe_{min} = Pe/Ti$  (Cohen & Tang 1997).

Os dados observados e estimados foram submetidos à análise de regressão, correlação e ANOVA em esquema fatorial, com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%.

## Resultados e Discussão

Tanto fêmeas quanto machos de *C. nigroannulatus*, evidenciaram, através da análise de regressão, um aumento na quantidade total de ninfas ingeridas ( $Na$ )(mg) conforme a quantidade de ninfas oferecidas aumentava ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 1), ao passo que o percentual de consumo ( $Na$ )(%) diminuiu ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 1 e Fig. 1). Foi registrado, a partir da quantidade intermediária de ninfas oferecidas para machos (29,9mg) e fêmeas (31,1mg), uma certa estabilização tanto na quantidade total de ninfas ingeridas ( $Na$ )(mg) como no percentual ingerido ( $Na$ )(%), tendo em vista que, a partir destas quantidades, os valores não diferiram de forma estatisticamente significativa (Tabela 1, Fig. 1). Nos machos, o maior percentual total de consumo foi quando 5,1 mg de ninfas foram oferecidas, evidenciando-se uma diferença estatística significativa das demais quantidades de presas (Tabela 1). Da mesma forma, as fêmeas evidenciaram um percentual de consumo total maior diante da menor quantidade de ninfas (5,5mg) e menor diante da maior quantidade (48,5mg) (Tabela 1). O peso total do alimento ingerido em mg e o percentual sempre foi, em todas as quantidades ofertadas, maior nas fêmeas que nos machos, com uma diferença estatisticamente significativa entre as quantidades intermediárias de ninfas oferecidas (31,1 e 29,8mg, respectivamente) (Fig. 1).

O maior consumo pelas fêmeas de *C. nigroannulatus* pode estar relacionado a fatores fisiológicos, já que o consumo e a utilização de alimentos estão intimamente correlacionados com tais fatores e com aspectos comportamentais. As fêmeas, para a produção de oócitos e para o comportamento de oviposição, necessitam mais energia, o que faz com que consumam mais que os machos (Parra 1991).

Em relação à quantidade de alimento extraído por ninfa ( $Pe$ ), tanto em mg quanto em termos percentuais, machos e fêmeas tenderam a diminuir o consumo com o aumento das quantidades de ninfas oferecidas ( $P < 0,0001$ ) (Fig. 2A e B), sendo que fêmeas ingeriram mais que os machos em todas as quantidades (Tabela 1). Tanto as fêmeas como os machos extraíram uma percentagem de



alimento diante de quantidades menores de ninfas (Tabela 1). Tanto para machos quanto para fêmeas, embora pouco evidente, houve uma certa estabilização na extração de alimento entre a quantidade de 14,7 e as intermediárias (29,8 e 31,1mg, respectivamente) (Tabela 1, Fig. 2A e B). A estabilização na extração de alimento por presa, encontrada nos machos e fêmeas de *C. nigroannulatus*, pode estar relacionada com a quantidade de alimento requerida pelo predador para se manter saciado.

O consumo de alimento considerando a totalidade de presas disponíveis, bem como uma presa individualmente, estão intimamente relacionados. Segundo Cook & Cockrell (1978), a extração de alimento de uma presa pelo predador equivale ao que ele vai explorar em uma população de presas. Os dados registrados, tanto para machos quanto para fêmeas de *C. nigroannulatus* corroboram o apontado por este autor, pois tanto o percentual total de consumo ( $N_a$ )(%) quanto o percentual individual ( $P_e$ )(%) foram os mesmos (Tabela 1). O fato de haver uma diminuição, tanto na quantidade como no percentual de alimento extraído pelo predador, pode estar relacionada com a frequência com a qual a presa é encontrada, a fome do predador ou a combinação de ambas. Assim, a fome do predador tende a se intensificar quando poucas presas estão disponíveis, levando-o a ingerir uma quantidade maior de alimento de cada uma, expandindo a dieta (Charnov 1976). Quando a quantidade de presas é abundante, os predadores, além de terem menos fome devido às maiores taxas de encontros, investem também na qualidade do alimento, extraindo uma menor quantidade em um número maior de presas (Cook & Cockrell 1978).

O tempo gasto para ingerir a presa ( $T_i$ ) é um importante componente do tempo de manuseio do predador, pois ele é o único que poderá variar em função da abundância ou do tamanho das presas e do nível da fome. Ables (1978), ao avaliar o comportamento alimentar do reduvídeo predador *Zelus renardii* sobre diferentes instares de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), verificou que a duração do tempo de ingestão está relacionada diretamente com o peso da presa, apresentando uma correlação negativa. Da mesma forma, resultados semelhantes foram registrados por Cook & Cockrell (1978) ao estudarem o comportamento alimentar de *Adalia bipunctata*

(Coleoptera: Coccinellidae) sobre ninfas e adultos de *Acyrtosiphun pisum* (Hemiptera: Aphididae). Em *C. nigroannulatus* não se registrou correlação entre o tempo de ingestão e a quantidade de ninfas oferecidas, tanto em machos ( $P=0,0783$ ;  $R^2=0,0859$ ;  $gl=35$ ) quanto em fêmeas ( $P=0,1009$ ;  $R^2=0,0610$ ;  $gl=39$ ). Esse fato pode estar relacionado não com abundância de presas oferecidas, e sim com o tamanho da mesma, já que as presas oferecidas foram todas de 1º ínstar e, conseqüentemente de tamanho e peso médio ( $P$ ) semelhantes ( $1,05 \pm 0,10\text{mg}$ ).

As fêmeas de *C. nigroannulatus* tenderam a ingerir suas presas mais rapidamente que os machos, mas, sem evidenciar diferença estatística significativa, exceto quando foram oferecidas 14,7mg de ninfas (Tabela 1). Considerando todas as quantidades ofertadas, os machos levaram em média  $23,9 \pm 2,26\text{min}$  para ingerir uma ninfa e as fêmeas  $16,9 \pm 1,29\text{min}$ . Sem distinguir os sexos, Cohen (1990) avaliou o tempo de ingestão em quatro espécies de hemípteros: *Geocoris punctipes* (Lygaeidae), *Podisus maculiventris* (Pentatomidae), *Zelus renardii* e *Sinea confusa* (Reduviidae) sobre diversos tamanhos de lagartas. Foi registrado para *G. punctipes* 89,5 min para ingerir uma lagarta de 1,5mg; 159,3min para *P. maculiventris*; 127,0min para *Z. renardii* e 147,9min para *S. confusa*, para ingerirem, respectivamente lagartas de 93,1, 65,8 e 48,6mg. Esses resultados indicaram que, quando o predador está diante de uma presa relativamente grande, além do tempo de ingestão ser bem maior, os outros componentes do tempo de manuseio, como pausa digestiva e captura, seguida da preparação da presa, também serão maiores, diminuindo assim a busca por outras presas e os novos ataques. Diante disso, o impacto em uma população de presas de grande porte será menor. *C. nigroannulatus* é um predador generalista, que ataca vários tipos de presas, inclusive lagartas de tamanho relativamente grande (Fallavenna 1993) porém tem como presa principal ninfas dos três primeiros ínstars de *S. dentiventris* (Canto-Silva 1999), consideradas pequenas em relação ao tamanho dos adultos. Segundo Cohen & Tang (1997), quando os predadores são maiores que suas presas, o tempo investido na captura e preparação da presa é mínimo, sendo então mais flexíveis em relação ao tempo gasto para extrair o alimento, aumentando, deste modo, as atividades de busca e, conseqüentemente novos ataques, exercendo um maior efeito

na população de presas. Assim, pode-se concluir que, para predadores, o tamanho da presa poderá ser mais vantajoso que a abundância da mesma, economizando o tempo e a energia que gastariam com as atividades de busca. No entanto, quando se quer estabelecer medidas de controle para um inseto-praga através do uso predadores é importante as presas ainda não se encontrem completamente desenvolvidas, pois assim gastariam menos tempo manipulando uma presa podendo atacar um número maior de indivíduos.

Ao considerar a quantidade de alimento extraída por minuto ( $Pe/min$ )(mg/min) durante o tempo de ingestão ( $Ti$ ), machos e fêmeas evidenciaram uma diminuição à medida que a quantidade de ninfas oferecidas aumentava ( $P<0,0001$ ) (Fig. 3A e B). Tanto para machos como para fêmeas, a quantidade de alimento extraída por minuto foi maior diante de menores quantidades de ninfas (Tabela 1), sendo que as fêmeas extraíram sempre uma maior quantidade de alimento que os machos, entretanto, diferença estatisticamente significativa só foi observada na quantidade de 14,7 e entre 29,8 e 31,1mg de ninfas (Tabela 1). Esses resultados, da mesma forma, corroboram a teoria do forrageamento ótimo, que estabelece a maximização ou a redução da taxa de consumo aumentando ou diminuindo o tempo de manuseio ou a eficiência de extração de acordo com a disponibilidade de presas. Resultados semelhantes foram evidenciados por Holling (1966) e Charnov (1976) em *Hierodula crassa* (Orthoptera: Mantidae) sobre larvas de *Drosophila melanogaster* e *Musca domestica*.

Em relação à quantidade de alimento extraída ( $Pe$ )(mg) e à diminuição desta diante do aumento da quantidade de presas oferecidas, verificou-se um aumento nas sobras de alimento de cada ninfa ingerida ( $P<0,0001$ ) (Tabela 1).

Considerando o consumo de *C. nigroannulatus* desde o 1º dia de tratamento até o 5º dia, os resultados não evidenciaram nenhuma correlação com o aumento do percentual de consumo ( $Na$ )(%), tanto nos machos ( $P=0,1507$ ) como nas fêmeas ( $P= 0,0654$ )(Tabela 2). No entanto, as fêmeas evidenciaram um aumento no percentual de consumo quando foram oferecidas 5,5mg ( $P=0,0008$ ) e 14,7mg de ninfas ( $P=0,0150$ ), sendo este maior, respectivamente, no 5º e 4º dia (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Holling (1966), ao avaliar o consumo de

fêmeas do mantídeo predador *Hierodula crassa* sobre larvas de *D. melanogaster* ao longo de 18 dias. Esse fato pode estar relacionado com o gasto de energia para o desenvolvimento gonadal e a atividade de oviposição, levando as fêmeas a ingerirem uma maior quantidade de alimento com o passar dos dias, resultando em um maior ganho de peso (Holling 1966).

Os machos de *C. nigroannulatus* não evidenciaram nenhum aumento estatisticamente significativo com o passar dos dias em nenhuma das quantidades de ninfas oferecidas. Da mesma forma, não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa entre machos e fêmeas com o passar dos dias.

Cada predador adulto de *C. nigroannulatus*, logo após a emergência pesou em média  $24,3 \pm 1,06$ mg (machos) e  $32,15 \pm 1,90$ mg (fêmeas). Considerando o ganho de peso diário e peso médio total do predador em 24h (*Pb*), durante os cinco dias de avaliações, machos e fêmeas de *C. nigroannulatus* evidenciaram um aumento a medida que a quantidade de presas oferecidas aumentava ( $P=0,0231$  e  $P=0,0462$ , respectivamente), não sendo encontrada diferença estatística entre machos e fêmeas (Tabela 3). No entanto, ao se considerar o peso médio total durante 24h (*Pb*), as fêmeas tenderam a pesar mais que os machos, sendo essa diferença estatisticamente significativa, respectivamente entre 31,1 e 29,8mg de ninfas e 37,4 e 36,6mg de ninfas (Tabela 2, Fig. 4).

Apesar das fêmeas apresentarem um maior peso corpóreo que os machos, a taxa de consumo relativo não diferiu estaticamente entre ambos tratamentos (Tabela 3). No entanto foi registrado um aumento gradativo nesse índice à medida que a quantidade de alimento oferecido aumentava ( $P<0,0001$ ) (Tabela 3). Nos machos a taxa de consumo relativa (*RCR*) obtida nas quantidades 5,1, 14,7 e 29,8 mg de ninfas oferecidas foram semelhantes assim como as quantidades 36,6 e 44,8mg (Tabela 3). Nas fêmeas a taxa de consumo relativa foi semelhante em 5,5 e 14,7mg de ninfas, sendo essa diferente estatisticamente das demais quantidades testadas (Tabela 3). O fato de não terem sido evidenciadas diferenças estatísticas entre as taxas de consumo relativa entre machos e fêmeas, pode estar associado a fatores intrínsecos, como perda de água (Parra 1991, Cohen & Tang 1997) ou

aproveitamento energético, que é maior nas fêmeas, convertendo uma maior quantidade de alimento em biomassa (Holling 1966, Hassel *et al.* 1976).

De acordo com os resultados encontrados nos diferentes aspectos da extração de alimento, podemos sugerir que *C. nigroannulatus*, especialmente as fêmeas, pode ser considerado um eficiente predador sobre ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*, respondendo positivamente diante da quantidade de presas disponíveis, investindo menos tempo em manipular ou preparar a presa. Assim, esse predador apresenta um grande potencial como agente de controle biológico na cultura do fumo. No entanto, cabe salientar que os resultados desse estudo, por terem sido obtidos em laboratório e com apenas um tipo e tamanho de presa, servirão apenas de base para a análise do comportamento alimentar desse predador, assim estudos de campo envolvendo outros tipos de presas são importantes para complementar os resultados desse trabalho.

## Literatura Citada

- Ables, J. R. 1978.** Feeding behavior of an assassin bug, *Zelus renardii*. Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 476-478.
- Canto-Silva, C. R. 1999.** Aspectos da dinâmica populacional e distribuição espacial de *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Heteroptera: Coreidae) em um cultivo experimental de *Nicotiana tabacum* (Solanaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 132p.
- Charnov, E. L. 1976.** Optimal foraging: attack strategy of a mantid. Am. Nat. 110: 141-151.
- Cohen, A. C. 1990.** Feeding adaptations of some predaceous hemiptera. Ann. Entomol. Soc. Am. 83: 1215-1223.
- Cohen, C. A & R. Tang. 1997.** Relative prey weight influences handling time and biomass extraction in *Sinea confusa* and *Zelus renardii* (Heteroptera: Reduviidae). Environ. Entomol. 26: 559-565.
- Cook, R. M. & B. J. Cockrell. 1978.** Predator ingestion rate and its bearing on feeding time and the theory of optimal diets. J. Anim. Ecol. 47: 529-547.
- Fallavena, M. T. B. 1993.** Aspectos biológicos e morfológicos de *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stal, 1860) (Hemiptera, Reduviidae, Zelinae). Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 96p.
- Hassel, M.P., J.H. Lawton & , J. R. Beddington. 1976.** The components of arthropod predation. J. Anim. Ecol. 45: 135-164.
- Hassel, M.P., J.H. Lawton & , J.R. Beddington. 1977.** Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. J. Anim. Ecol. 46: 249-262.

- Hassel, M. P. & R. M. May. 1986.** Generalist and specialist natural enemies in insect predator-prey interactions. *J. Anim. Ecol.* 55: 923-940.
- Holling, C. S. 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Entomol.* 91: 385-398.
- Holling, C. S. 1966.** The functional response of invertebrate predators to prey density. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 48: 1-78.
- Kaspari, M. 1990.** Prey preparation and the determinants of handling time. *Anim. Behav.* 40: 118-126.
- Murdoch, W. 1971.** The developmental response of predators to changes in prey density. *Ecology.* 52: 132-136.
- Parra, J. R. P. 1991.** Consumo e utilização de alimento por insetos, p. 239-311. In: A. R. Panizzi & J. R. P. Parra (eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.* São Paulo, Manole.
- Pianka, E. R. 1988.** *Evolutionary ecology.* New York, Harper & Cia Row, 228p.
- Slansky, F. JR. & Scriber, J. M. 1982.** Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects. *Entomol. Soc. Am.* 28: 43-55.
- Solomon, M. E. 1949.** The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18: 1-35.







Tabela 1. Valores médios ( $\pm$  E P) do peso total ingerido ( $Na$ ) (mg e %), peso extraído por presa ( $Pe$ ) (mg e %), tempo de ingestão ( $Ti$ ) (min), peso extraído por minuto ( $Pe/min$ ) (mg/min) e sobras de alimento por presa ( $S$ ) (mg) por adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* em diferentes quantidades de ninfas de 1º ínstar de *S. dentiventris*.

mg de ninfas oferecidas a cada sexo	$Na$		$Pe$		$Ti$	$Pe/min$	$S$
	mg	%	mg	%	min	mg/min	mg
♂							
5,1	2,3 $\pm$ 0,24aA <sup>1</sup>	44,2 $\pm$ 4,25aA	0,45 $\pm$ 0,05aA	44,5 $\pm$ 4,04aA	24,5 $\pm$ 1,93aA	0,020 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> aA	0,6 $\pm$ 0,04aA
14,7	3,1 $\pm$ 0,68aA	22,0 $\pm$ 4,94bA	0,21 $\pm$ 0,05bA	22,0 $\pm$ 4,99bA	31,7 $\pm$ 4,63aA	0,006 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> bA	0,8 $\pm$ 0,06bA
29,8	4,9 $\pm$ 0,49abcA	16,6 $\pm$ 1,69bA	0,20 $\pm$ 0,02bA	16,5 $\pm$ 1,68bA	20,4 $\pm$ 1,93aA	0,011 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> bA	1,0 $\pm$ 0,05cA
36,6	5,8 $\pm$ 0,85bcA	15,4 $\pm$ 2,37bA	0,16 $\pm$ 0,02bA	15,9 $\pm$ 2,48bA	21,4 $\pm$ 0,75aA	0,009 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> bA	0,9 $\pm$ 0,04bcA
44,8	7,8 $\pm$ 1,32bcA	17,0 $\pm$ 2,78bA	0,17 $\pm$ 0,03bA	17,3 $\pm$ 2,64bA	21,6 $\pm$ 2,05aA	0,008 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> bA	0,8 $\pm$ 0,02bcA
♀							
5,5	2,9 $\pm$ 0,24aA	54,8 $\pm$ 4,80aA	0,59 $\pm$ 0,05aA	54,5 $\pm$ 5,29aA	19,1 $\pm$ 1,82aA	0,036 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> aA	0,5 $\pm$ 0,07aA
14,7	5,3 $\pm$ 0,68 aA	36,7 $\pm$ 4,73bA	0,35 $\pm$ 0,04bA	36,2 $\pm$ 4,62bA	18,3 $\pm$ 1,21aB	0,019 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> bB	0,6 $\pm$ 0,04aA
31,1	9,6 $\pm$ 1,03bB	30,5 $\pm$ 2,03bcB	0,38 $\pm$ 0,04bB	30,4 $\pm$ 2,21bcB	14,1 $\pm$ 1,14aA	0,029 $\pm$ 5x10 <sup>-3</sup> abB	0,9 $\pm$ 0,03bA
37,4	9,3 $\pm$ 1,09bA	24,7 $\pm$ 0,33 bcA	0,26 $\pm$ 0,03bA	24,7 $\pm$ 2,63bcA	15,3 $\pm$ 0,64aA	0,018 $\pm$ 3x10 <sup>-3</sup> bA	0,8 $\pm$ 0,03bA
48,5	9,5 $\pm$ 0,96bA	19,8 $\pm$ 2,25cA	0,21 $\pm$ 0,02bA	19,8 $\pm$ 2,21cA	17,8 $\pm$ 1,64aA	0,012 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> bA	0,8 $\pm$ 0,04bA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula (entre as diferentes quantidades) e maiúscula (entre machos e fêmeas) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Valores médios ( $\pm$  E P) do percentual de consumo (%), por dia, de adultos recém-emergidos de *C. nigroannulatus* alimentados com diferentes quantidades (mg) de ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*.

Sexo/mg de ninfas oferecidas	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
♂					
5,1	33,2 $\pm$ 6,99aA <sup>1</sup>	36,8 $\pm$ 11,69aA	48,2 $\pm$ 8,08aA	54,9 $\pm$ 9,71aA	48,5 $\pm$ 5,95aA
14,7	16,5 $\pm$ 6,12aA	28,5 $\pm$ 8,54aA	19,2 $\pm$ 5,56aA	16,2 $\pm$ 5,77aA	30,5 $\pm$ 8,42aA
29,8	15,4 $\pm$ 4,36aA	17,9 $\pm$ 4,06aA	13,9 $\pm$ 3,16aA	16,9 $\pm$ 3,99aA	18,8 $\pm$ 3,62aA
36,6	11,9 $\pm$ 3,14aA	12,9 $\pm$ 3,74aA	20,8 $\pm$ 12,26aA	17,3 $\pm$ 5,15aA	14,4 $\pm$ 3,07aA
44,8	15,9 $\pm$ 5,57aA	22,7 $\pm$ 8,65aA	19,9 $\pm$ 4,59aA	11,1 $\pm$ 3,88aA	16,3 $\pm$ 4,09aA
♀					
5,5	36,3 $\pm$ 6,93aA	35,6 $\pm$ 6,75aA	46,4 $\pm$ 10,68aA	65,9 $\pm$ 8,29abA	78,3 $\pm$ 4,42bA
14,7	15,4 $\pm$ 3,68aA	28,2 $\pm$ 7,18abA	43,1 $\pm$ 7,47abA	50,7 $\pm$ 8,87bB	46,1 $\pm$ 8,44abA
31,1	35,6 $\pm$ 7,68aA	42,7 $\pm$ 9,66aA	30,8 $\pm$ 4,81aA	29,5 $\pm$ 8,93aA	24,5 $\pm$ 6,90aA
37,4	22,7 $\pm$ 5,44aA	16,5 $\pm$ 5,44aA	32,2 $\pm$ 5,67aA	25,5 $\pm$ 3,58aA	26,5 $\pm$ 7,25aA
48,5	10,1 $\pm$ 2,51aA	23,1 $\pm$ 3,76aA	20,5 $\pm$ 5,75aA	22,4 $\pm$ 3,32aA	22,8 $\pm$ 2,47aA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula (entre os dias) e maiúscula (entre machos e fêmeas) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Valores médios ( $\pm$  E P) do ganho de peso (mg/dia), peso corporal médio (*Pb*) em 24h (mg) e taxa de consumo relativo (*RCR*) (mg/mg/dia) de adultos *C. nigroannulatus* em diferentes quantidades de ninfas de primeiro ínstar de *S. dentiventris*.

Sexo/mg de ninfas oferecidas	Ganho de peso (mg/dia)	Pb (mg)	RCR (mg/mg/dia)
♂			
5.1	0,9 $\pm$ 0,40aA <sup>1</sup>	25,6 $\pm$ 0,96aA	0,004 $\pm$ 3x10 <sup>-4</sup> aA
14.7	0,5 $\pm$ 0,25abA	25,2 $\pm$ 1,08aA	0,005 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> aA
29.8	1,2 $\pm$ 0,40abA	28,9 $\pm$ 0,95abA	0,007 $\pm$ 6x10 <sup>-4</sup> aA
36.6	1,7 $\pm$ 0,23abA	30,6 $\pm$ 1,32bcA	0,008 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> bA
44.8	1,6 $\pm$ 0,69cA	28,1 $\pm$ 1,86abcA	0,011 $\pm$ 1x10 <sup>-3</sup> bA
♀			
5.5	0.9 $\pm$ 0.23aA	29.8 $\pm$ 0.88aA	0,004 $\pm$ 3x10 <sup>-4</sup> aA
14.7	2.0 $\pm$ 0.37aA	31.4 $\pm$ 1.24aA	0,007 $\pm$ 6x10 <sup>-4</sup> aA
31.1	2.6 $\pm$ 0.90aA	49.2 $\pm$ 3.26bB	0,008 $\pm$ 7x10 <sup>-4</sup> bA
37.4	2.9 $\pm$ 0.52aA	41.7 $\pm$ 1.64bcB	0,009 $\pm$ 9x10 <sup>-4</sup> bcA
48.5	1.6 $\pm$ 0.42aA	34.4 $\pm$ 1.85acA	0,012 $\pm$ 2x10 <sup>-3</sup> cA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula (entre as diferentes quantidades) e maiúscula (entre machos e fêmeas) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

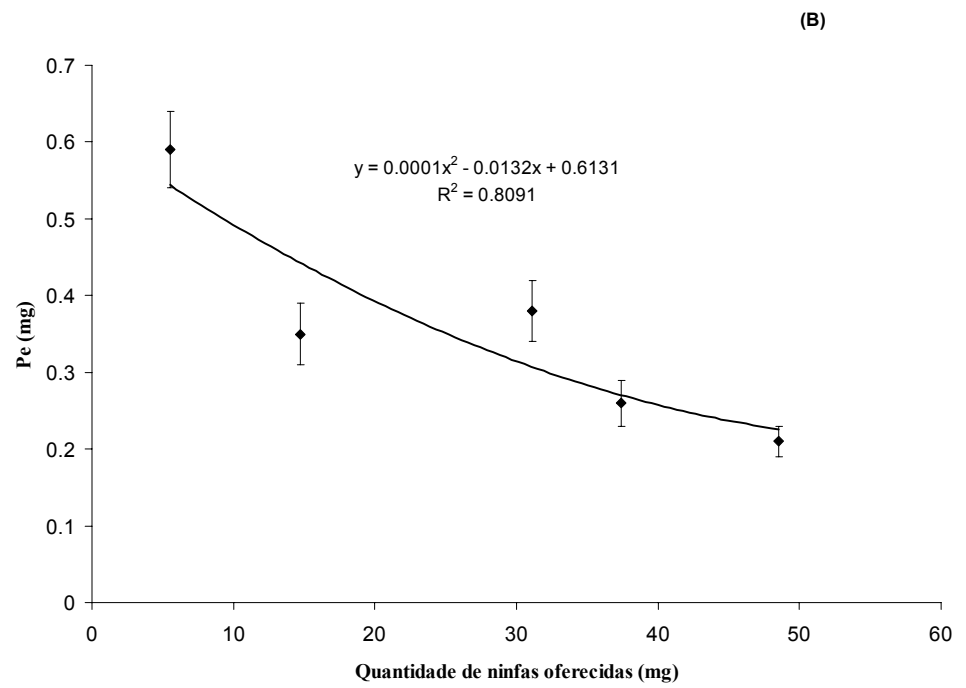
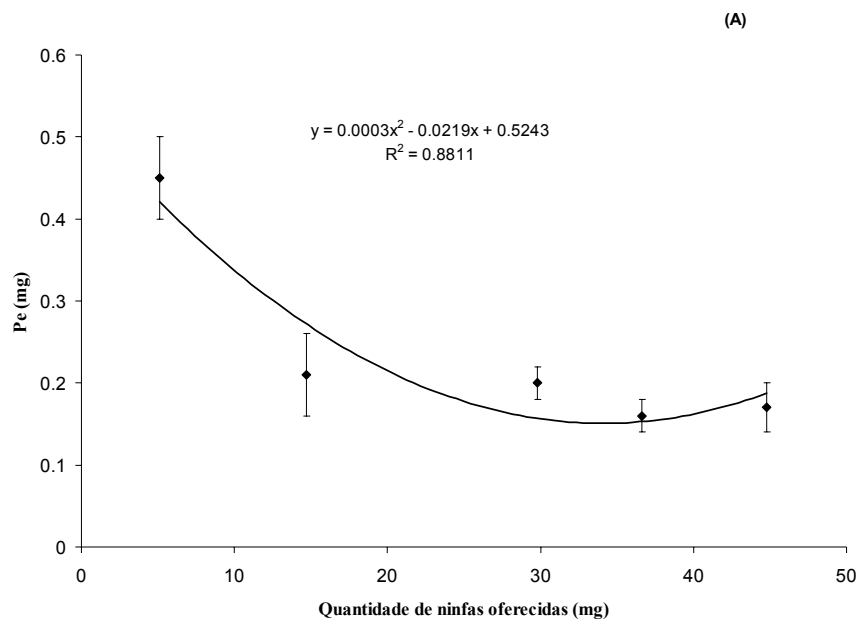
Figura 1. Percentual de consumo total ( $Na$ )(%) de machos (A) e de fêmeas (B) de *C. nigroannulatus* (n=10) em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*.

Figura 2. Quantidade de alimento extraído de cada ninfa ( $Pe$ )(mg) de 1º instar de *S. dentiventris*, nas diferentes quantidades, por machos (A) e fêmeas (B) de *C. nigroannulatus* (n=10).

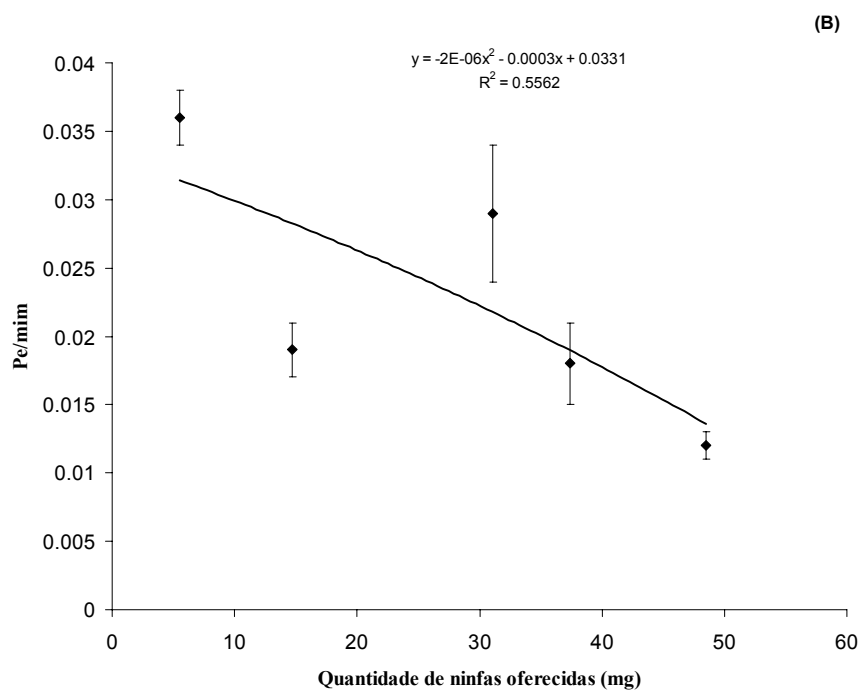
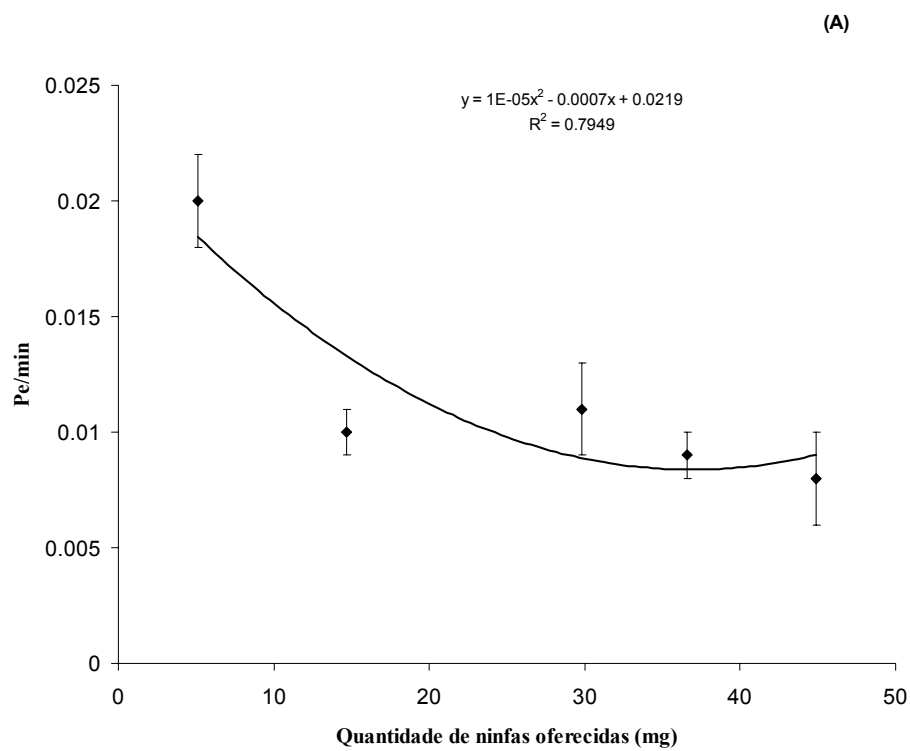
Figura 3. Quantidade de alimento extraído por minuto ( $Pe/min$ ) (mg/min) de cada ninfa de 1º instar de *S. dentiventris*, em diferentes quantidades, por machos (A) e fêmeas (B) de *C. nigroannulatus* (n=10).

Figura 4. Peso médio ( $Pb$ )(mg) de machos e fêmeas de *C. nigroannulatus* (n=10) em diferentes quantidades de ninfas de 1º instar de *S. dentiventris*.

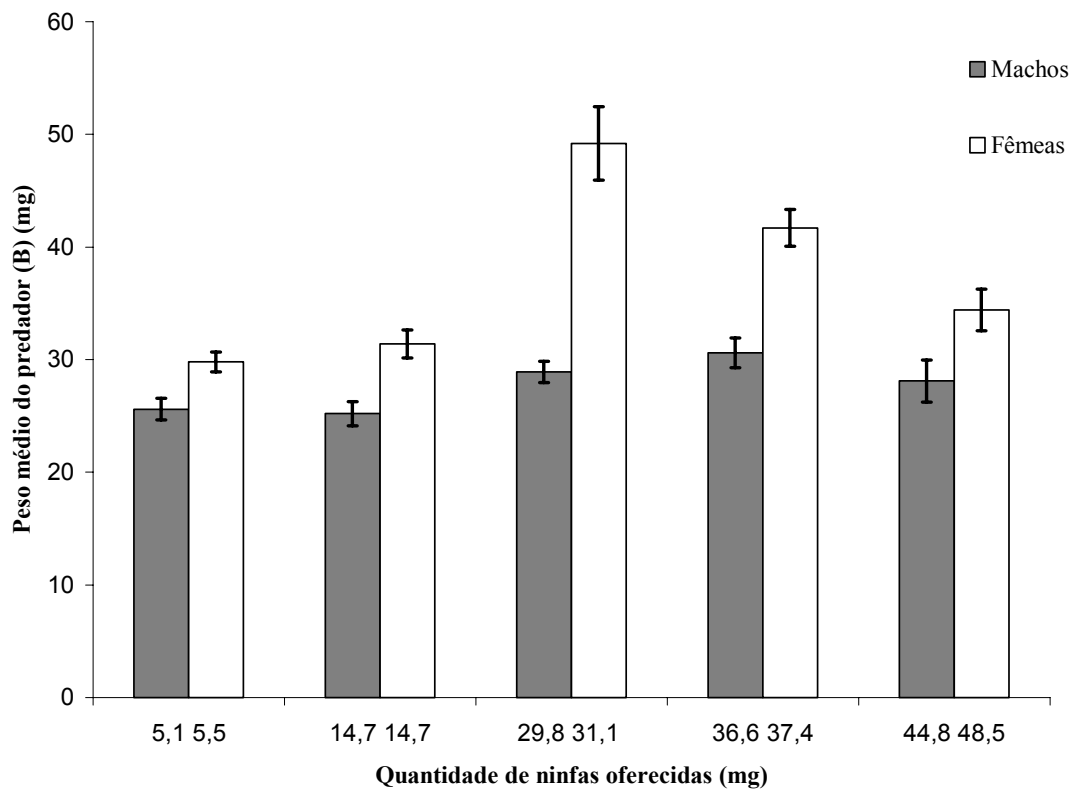
**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**





## **8. ANEXOS**

## Anexo 1

### REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA

#### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

##### Finalidade e normas gerais

A **Revista Brasileira de Biologia** publica resultados de pesquisa original em qualquer ramo das ciências biológicas. Estará sendo estimulada a publicação de trabalhos nas áreas de biologia celular, sistemática, ecologia (auto-ecologia e sinecologia) e biologia evolutiva, e que abordem problemas da região neotropical.

A **Revista** publica somente artigos em inglês. Artigos de revisões de temas gerais também serão publicados desde que previamente propostos e aprovados pela [Comissão Editorial](#).

**Informações Gerais:** Os originais deverão ser enviados à [Comissão Editorial](#) e estar de acordo com as [Instruções aos Autores](#), trabalhos que não se enquadrem nesses moldes serão imediatamente devolvidos ao(s) autor(es) para reformulação.

Os trabalhos que estejam de acordo com as [Instruções aos Autores](#), serão enviados aos assessores científicos, indicados pela [Comissão Editorial](#). Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. Em caso de recomendação desfavorável por parte de um assessor, será usualmente pedida a opinião de um outro. Os trabalhos serão publicados na ordem de aceitação pela [Comissão Editorial](#), e não de seu recebimento. Serão fornecidas gratuitamente 25 separatas de cada artigo.

##### Preparação de originais

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais: Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

*Nomes dos autores* – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar, nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar *e, y, and, et* em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em triplicata (original e duas cópias).

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre sumariar resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1<sup>a</sup> página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e

endereço atual (se for o caso).

2ª página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements.

Em separado – References, Legends to the figures, Tables and Figures.

O trabalho deverá ter, *no máximo*, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras.

A seriação dos itens de Introduction e Acknowledgements só se aplica, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

*Referências Bibliográficas* – No texto, será usado o sistema *autor-ano* para citações bibliográficas, utilizando-se ampersand (&) no caso de 2 autores. As referências, datilografadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, indicar o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

OZORIO DE ALMEIDA, M., 1946, Sur les reflexes labyrinthiques chez la grenouille. *Rev. Brasil. Biol.*, 6: 355-363.

REIS, J., 1980, Microbiologia, pp. 3-31. *In*: M. G. Ferri & Shozo Motoyama (orgs.), *História das Ciências no Brasil*, 2<sup>o</sup> vol., 468p., EDUSP e EPU, São Paulo.

MROSOVSKY, N. & YNTEMA, C. L., 1981, Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *In*: K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian, Inst. Press in Coop. World, Wildlife Fund. Inc., Washington, D.C.

RIZZINI, C. T., 1979, *Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos Sociológicos e Florísticos*. HUCITEC, São Paulo, 2 vol., 374p.

KUHLMAN, J. G., OCCHIONI, P. & FALCÃO, J. I. A., 1947, Contribuição ao estudo das plantas ruderais do Brasil. *Arq. Jard. Bot.*, 7: 43-131.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas deste fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado – 5 dias – terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

*Material Ilustrativo* – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao **estritamente necessário**. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possível sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante. Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

*Disquete* – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), **já aceita**, de seus

manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

**Recomendações Finais** : Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantirá), **correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia**, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.

[\[Home\]](#) [\[Sobre a revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)

---

© *Instituto Internacional de Ecologia*

<b>R.</b>	<b>Bento</b>	<b>Carlos,</b>	<b>750</b>
<b>13560-660</b>	<b>São</b>	<b>Carlos</b>	<b>SP</b>
<b>Tel. e Fax: (55 16) 271-5726</b>			<b>-</b>
			<b>Brasil</b>



<mailto:rbb@abc.org.br>  
[rbb@abc.org.br](mailto:rbb@abc.org.br)

<mailto:rbb@abc.org.br>

## Anexo 2

### ENTOLOGIA EXPERIMENTALIS ET APPLICATA

#### General information

1. The language of publication in *Entomologia Experimentalis et Applicata* is English.
2. Four copies of the manuscript should be submitted. Double space the entire manuscript, and leave margins of 25 to 40 mm at top, bottom and sides for editors' markings and queries.
3. Generally, the size of the manuscript should not exceed 12 printed pages.
4. In view of demand for space, authors are requested to condense their manuscripts as much as possible, especially figures and tables, and to avoid footnotes. The editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.
5. Manuscripts must conform to standard rules of grammar and style. For manuscripts written in English, either British or American spelling may be used, but usage must be consistent throughout the article.
6. The Council of Biology Editors Style Manual (5th edition, 1983, available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style and form. Manuscripts which are not accepted for publication are returned only on request and by surface mail.

#### Preparing the manuscript

The manuscript should be organised as follows:

##### Title

The title should be short and to the point; omit phrases such as 'Investigation on...', 'Preliminary report of...'; numbered series articles followed by a subtitle are not allowed. Taxonomic affiliation and authority should be given in the abstract, or in the key words, but not in the Title.

##### Addresses

Full addresses should appear under the names of the author(s); in addition, the title page should contain the name and address of the person to whom the proofs should be sent. If an author's address has changed, his full present address should also appear on the title page.

##### Key words

A short list of terms suitable for indexing should be included.

#### Body of manuscript

##### Abstract (short and concise)

This should contain the full scientific name, followed by that of the family and tribe of the subject insect(s), along with the full name(s) of food plants, chemicals, etc. The Latin names of insects as well as plants should be followed by the name of the describer.

##### Introduction

This part should be directed to the present investigation; avoid giving a review on general aspects of the topic; number of citations should be limited.

##### Materials and methods

All information must be given so that it is quite clear how the experiments were done: any interested colleague should be able to verify the experiments from this information. However, details about already commonly used methods and materials must be omitted. Information about the origin of the source of insects, the plants, the rearing, etc. is necessary.

## **Results**

The results are usually presented in tables and figures, and the text must provide a clear explanation of this information. Tables and figures should only be used for substantial amounts of data, otherwise the information should be inserted in the text. Avoid repeating data from Tables and Figures in the text as much as possible.

## **Discussion and/or conclusion**

Additional citations may be given here, and the findings discussed in relation to what is already known. Scientific as well as practical implications may be mentioned. Within space limitations the author has some freedom to express his own opinion, even if editors or referees differ with him.

## **Acknowledgements**

Acknowledgements both to persons and Institutions Supporting, and announcements of university contribution series numbers should be as short and concise as possible in an acknowledgement section located at the end of the article, before the references.

## **Tables**

Tables are more expensive to typeset than text and, therefore, should be submitted only where really necessary. Data in tables and figures should not be duplicated. They should be numbered consecutively in Arabic numerals, and bear descriptive headings. Each is to be presented individually on separate sheets. If many tables cover similar results, try to combine them. Statistical significancies should be indicated with small letters after the data with a note of explanation under the table. Remember that, in English data with decimals are written 2.3 and, in some other languages, as 2,3. Usage of more decimals than necessary should be avoided.

## **Drawings**

Do not send the originals of line drawings; xerox copies are sufficient, and reproducible figures can be sent after acceptance of the manuscript. Drawings are less expensive to print than tables, but the number should also be restricted and combining drawings under one caption must be considered. Figure legends should be grouped together on a separate sheet. The figures should be identified by number and name of author.

## **Photographs**

These will be allowed only if they show evidence; they are not to be used as mere illustration. They should be submitted in triplicate with the manuscript. Do not send xerox copies of photographs, because they are of inferior quality. Colour photographs will be accepted only if they are relevant, but the author will be charged for the extra processing costs.

## **Approximate locations of tables and figures**

These should be given in the left-hand margin of the manuscript.

## **References to the literature**

1. For citations in the text: use name and year system; e.g. Adam (1983) or (Adam, 1983); for two authors, use the ampersand; e.g. Adam & Eve (1982); for more authors, use et al.; e.g. Adam et al. (1983) or (Adam et al., 1983). Use initials in cases such as W. Brown (1982) and M. Brown (1983), and if referring to a personal communication: (A.B. Adams, pers. comm.). For unpublished results, use unpubl., e.g. A.B. Adam (unpubl.). The latter two categories, however, cannot be put in the reference list.
2. For citations in the reference section: list each reference alphabetically on the first author's last name; if a single author has more than one contribution, list each chronologically; in cases of more than one author, list each reference alphabetically on 2nd, 3rd, etc. author's names. With compound names, the following conventions are to be used: Vanderbilt or Van der Bilt (USA, UK, Belgium); Bilt, van der or Bülow, von (Dutch, German). Publications in preparation or submitted can only appear in the reference list if they have been accepted for publication, mentioning year of publication and volume of the journal with the note 'in press' added. Journal titles should be given in full.

Examples:

Prokopy, R.J. & E.D. Owens, 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 337-364.

Cornwell, P.B., 1968. *The Cockroach*, Vol. 1. Rentokil Library. Hutchinson, London.

Taylor, T.A., 1978. *Maruca testulalis*: an important pest of tropical grain legumes. In: S.R. Sing, H.F. van Emden & T. Ajibola Taylor (eds), *Pest of Grain Legumes: Ecology and Control*. Academic Press, New York, pp.120-150.

## (m) Scientific name

When a scientific name of an animal or a plant is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of the author of that name should also be given. In subsequent citations, the genus name may be abbreviated to its first letter followed by a period.

## Units, symbols and abbreviations

Numerals are always used with abbreviated units (e.g. 3 mm<sup>2</sup> not three mm<sup>2</sup>). In all other cases, whole numbers above 10, fractions and decimals should be expressed as numerals, and whole numbers between 1 and 10 are to be spelled out in full. All units and their abbreviations are to conform to the standards of the International System of Units (S.I.: see Table 1).

- Other important abbreviations: male; female; light-dark regimes, L18:D6; relative humidity, r.h.; standard error, s.e.; standard-deviation, s.d. However, please note that male and female should not be abbreviated in the main body of the text, unless being used parenthetically.
- Dates: use day-month system and spell month out in full (e.g. 3 May, not 5.3 (USA) or 3/5).
- Chemical compound structures, and complicated equations should be submitted as line drawings.

## Short communications

Contributors are requested to submit short manuscripts (up to three pages in final print) as 'short communications'. A short communication contains no abstract, and can be organised either along the lines of a regular manuscript, or without subdivisions. Authors may also consider combining the results and discussion sections.

## Table

List of the most common S.I. units and their symbols. -----

----- Unit Symbols ----- LENGTH:  
kilometer km 10<sup>3</sup> meter m centimeter cm 10<sup>-2</sup> millimeter mm 10<sup>-3</sup> micrometer μm 10<sup>-6</sup> nanometer nm 10<sup>-9</sup>  
MASS: kilogram kg gram g (not gm) milligram mg nanogram ng AREA: square kilometer km<sup>2</sup> (not sq km)  
square centimeter cm<sup>2</sup> (not sq cm) hectare ha VOLUME: liter l centiliter cl milliliter ml (not cm<sup>3</sup> or cc)  
TIME: year not abbreviated day not abbreviated hour h (not hr) minute min second s (not sec)  
TEMPERATURE centigrade <sup>degree</sup>C -----

## Mailing manuscripts

Contributors are requested to send their manuscripts to the Editorial Office, the Netherlands. See address below.

## Proofs

Page proofs should be returned to the Publisher as quickly as possible (within 3-5 days of receipt). Delay in returning the proofs can result in a delay in publication.

Corrections in the text other than typesetting errors must be kept to a minimum. Authors may be charged for excessive corrections.

## Offprints

Fifty offprints will be offered to the author free of charge. More copies can be obtained at the rate indicated on the order form accompanying the proofs.

## Addresses

Editorial Office  
Laboratory of Entomology  
Wageningen University

P.O. Box 8031  
6700 EH Wageningen  
The Netherlands

*Publisher*

Kluwer Academic Publishers  
P.O. Box 990  
3300 AZ Dordrecht  
The Netherlands  
Telefax: (0)78-6392555  
E-mail: EDIT.DEPT@WKAP.NL

---

[Copyright © 2001, Kluwer Academic Publishers.](#) All rights reserved.



## Anexo 2

### ENTOLOGIA EXPERIMENTALIS ET APPLICATA

#### General information

1. The language of publication in *Entomologia Experimentalis et Applicata* is English.
2. Four copies of the manuscript should be submitted. Double space the entire manuscript, and leave margins of 25 to 40 mm at top, bottom and sides for editors' markings and queries.
3. Generally, the size of the manuscript should not exceed 12 printed pages.
4. In view of demand for space, authors are requested to condense their manuscripts as much as possible, especially figures and tables, and to avoid footnotes. The editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.
5. Manuscripts must conform to standard rules of grammar and style. For manuscripts written in English, either British or American spelling may be used, but usage must be consistent throughout the article.
6. The Council of Biology Editors Style Manual (5th edition, 1983, available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style and form. Manuscripts which are not accepted for publication are returned only on request and by surface mail.

#### Preparing the manuscript

The manuscript should be organised as follows:

##### Title

The title should be short and to the point; omit phrases such as 'Investigation on...', 'Preliminary report of...'; numbered series articles followed by a subtitle are not allowed. Taxonomic affiliation and authority should be given in the abstract, or in the key words, but not in the Title.

##### Addresses

Full addresses should appear under the names of the author(s); in addition, the title page should contain the name and address of the person to whom the proofs should be sent. If an author's address has changed, his full present address should also appear on the title page.

##### Key words

A short list of terms suitable for indexing should be included.

#### Body of manuscript

##### Abstract (short and concise)

This should contain the full scientific name, followed by that of the family and tribe of the subject insect(s), along with the full name(s) of food plants, chemicals, etc. The Latin names of insects as well as plants should be followed by the name of the describer.

##### Introduction

This part should be directed to the present investigation; avoid giving a review on general aspects of the topic; number of citations should be limited.

##### Materials and methods

All information must be given so that it is quite clear how the experiments were done: any interested colleague should be able to verify the experiments from this information. However, details about already commonly used methods and materials must be omitted. Information about the origin of the source of insects, the plants, the rearing, etc. is necessary.

## **Results**

The results are usually presented in tables and figures, and the text must provide a clear explanation of this information. Tables and figures should only be used for substantial amounts of data, otherwise the information should be inserted in the text. Avoid repeating data from Tables and Figures in the text as much as possible.

## **Discussion and/or conclusion**

Additional citations may be given here, and the findings discussed in relation to what is already known. Scientific as well as practical implications may be mentioned. Within space limitations the author has some freedom to express his own opinion, even if editors or referees differ with him.

## **Acknowledgements**

Acknowledgements both to persons and Institutions Supporting, and announcements of university contribution series numbers should be as short and concise as possible in an acknowledgement section located at the end of the article, before the references.

## **Tables**

Tables are more expensive to typeset than text and, therefore, should be submitted only where really necessary. Data in tables and figures should not be duplicated. They should be numbered consecutively in Arabic numerals, and bear descriptive headings. Each is to be presented individually on separate sheets. If many tables cover similar results, try to combine them. Statistical significancies should be indicated with small letters after the data with a note of explanation under the table. Remember that, in English data with decimals are written 2.3 and, in some other languages, as 2,3. Usage of more decimals than necessary should be avoided.

## **Drawings**

Do not send the originals of line drawings; xerox copies are sufficient, and reproducible figures can be sent after acceptance of the manuscript. Drawings are less expensive to print than tables, but the number should also be restricted and combining drawings under one caption must be considered. Figure legends should be grouped together on a separate sheet. The figures should be identified by number and name of author.

## **Photographs**

These will be allowed only if they show evidence; they are not to be used as mere illustration. They should be submitted in triplicate with the manuscript. Do not send xerox copies of photographs, because they are of inferior quality. Colour photographs will be accepted only if they are relevant, but the author will be charged for the extra processing costs.

## **Approximate locations of tables and figures**

These should be given in the left-hand margin of the manuscript.

## **References to the literature**

1. For citations in the text: use name and year system; e.g. Adam (1983) or (Adam, 1983); for two authors, use the ampersand; e.g. Adam & Eve (1982); for more authors, use et al.; e.g. Adam et al. (1983) or (Adam et al., 1983). Use initials in cases such as W. Brown (1982) and M. Brown (1983), and if referring to a personal communication: (A.B. Adams, pers. comm.). For unpublished results, use unpubl., e.g. A.B. Adam (unpubl.). The latter two categories, however, cannot be put in the reference list.
2. For citations in the reference section: list each reference alphabetically on the first author's last name; if a single author has more than one contribution, list each chronologically; in cases of more than one author, list each reference alphabetically on 2nd, 3rd, etc. author's names. With compound names, the following conventions are to be used: Vanderbilt or Van der Bilt (USA, UK, Belgium); Bilt, van der or Bülow, von (Dutch, German). Publications in preparation or submitted can only appear in the reference list if they have been accepted for publication, mentioning year of publication and volume of the journal with the note 'in press' added. Journal titles should be given in full.

Examples:

Prokopy, R.J. & E.D. Owens, 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology 28: 337-364.

Cornwell, P.B., 1968. The Cockroach, Vol. 1. Rentokil Library. Hutchinson, London.

Taylor, T.A., 1978. *Maruca testulalis*: an important pest of tropical grain legumes. In: S.R. Sing, H.F. van Emden & T. Ajibola Taylor (eds), Pest of Grain Legumes: Ecology and Control. Academic Press, New York, pp.120-150.

## (m) Scientific name

When a scientific name of an animal or a plant is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of the author of that name should also be given. In subsequent citations, the genus name may be abbreviated to its first letter followed by a period.

## Units, symbols and abbreviations

Numerals are always used with abbreviated units (e.g. 3 mm<sup>2</sup> not three mm<sup>2</sup>). In all other cases, whole numbers above 10, fractions and decimals should be expressed as numerals, and whole numbers between 1 and 10 are to be spelled out in full. All units and their abbreviations are to conform to the standards of the International System of Units (S.I.: see Table 1).

- Other important abbreviations: male; female; light-dark regimes, L18:D6; relative humidity, r.h.; standard error, s.e.; standard-deviation, s.d. However, please note that male and female should not be abbreviated in the main body of the text, unless being used parenthetically.
- Dates: use day-month system and spell month out in full (e.g. 3 May, not 5.3 (USA) or 3/5).
- Chemical compound structures, and complicated equations should be submitted as line drawings.

## Short communications

Contributors are requested to submit short manuscripts (up to three pages in final print) as 'short communications'. A short communication contains no abstract, and can be organised either along the lines of a regular manuscript, or without subdivisions. Authors may also consider combining the results and discussion sections.

## Table

List of the most common S.I. units and their symbols. -----

----- Unit Symbols ----- LENGTH:  
kilometer km 10<sup>3</sup> meter m centimeter cm 10<sup>-2</sup> millimeter mm 10<sup>-3</sup> micrometer μm 10<sup>-6</sup> nanometer nm 10<sup>-9</sup>  
MASS: kilogram kg gram g (not gm) milligram mg nanogram ng AREA: square kilometer km<sup>2</sup> (not sq km)  
square centimeter cm<sup>2</sup> (not sq cm) hectare ha VOLUME: liter l centiliter cl milliliter ml (not cm<sup>3</sup> or cc)  
TIME: year not abbreviated day not abbreviated hour h (not hr) minute min second s (not sec)  
TEMPERATURE centigrade <sup>degree</sup>C -----

## Mailing manuscripts

Contributors are requested to send their manuscripts to the Editorial Office, the Netherlands. See address below.

## Proofs

Page proofs should be returned to the Publisher as quickly as possible (within 3-5 days of receipt). Delay in returning the proofs can result in a delay in publication.

Corrections in the text other than typesetting errors must be kept to a minimum. Authors may be charged for excessive corrections.

## Offprints

Fifty offprints will be offered to the author free of charge. More copies can be obtained at the rate indicated on the order form accompanying the proofs.

## Addresses

Editorial Office  
Laboratory of Entomology  
Wageningen University

P.O. Box 8031  
6700 EH Wageningen  
The Netherlands

*Publisher*

Kluwer Academic Publishers  
P.O. Box 990  
3300 AZ Dordrecht  
The Netherlands  
Telefax: (0)78-6392555  
E-mail: EDIT.DEPT@WKAP.NL

---

[Copyright © 2001, Kluwer Academic Publishers.](#) All rights reserved.

## Anexo 3



### NEOTROPICAL ENTOMOLOGY

#### Instruções aos Autores

Artigos originais, que representem contribuição significativa para o conhecimento da Entomologia podem ser aceitos, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os manuscritos podem ser encaminhados em português, inglês ou espanhol, sendo que o emprego de outros idiomas ficará a critério da Comissão Editorial. A decisão do aceite do manuscrito para publicação se pautará nas recomendações dos editores-adjuntos e revisores *ad hoc*. Os autores devem obrigatoriamente ser sócios da SEB com o pagamento da anuidade em dia.

Na elaboração do trabalho siga as seguintes normas:

1. Faça duas páginas de rosto. Na primeira, indique no canto direito superior o nome e endereço completos do autor a quem enviar a correspondência. Abaixo coloque o título do trabalho em letras minúsculas (apenas a inicial de cada palavra em maiúsculo); nomes científicos deverão ser em minúsculo e *itálico*. Use apenas o nome do autor classificador do inseto e não use o ano. Acrescente a ordem e a família para as espécies de artrópodos. Abaixo do título, nome do(s) autor(es) do trabalho em maiúsculo pequeno (*small capitals*), usando apenas o primeiro nome e o sobrenome de cada autor por extenso. Abaixo do nome dos autores, mencione a instituição e endereço completo de cada autor com chamada numérica. Na segunda página de rosto, coloque somente o título do trabalho.

2. Se o artigo for em português ou espanhol, inicie a página 3 com o **Abstract**. Em primeiro lugar coloque o título do trabalho em inglês em letras minúsculas, com as iniciais em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra ABSTRACT em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto do abstract em parágrafo único. Deixe espaço e mencione a seguir a palavra KEY WORDS em maiúsculas. Use no máximo cinco key words, diferentes das palavras usadas no título do trabalho, separadas por vírgula e com ponto final na última palavra.

3. Inicie a página 4 com a palavra RESUMO em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto em parágrafo único. Não repita o título do trabalho. No final do **Resumo**, deixe espaço, e mencione as PALAVRAS-CHAVE, seguindo as instruções mencionadas para o Abstract.

4. Se o artigo for em inglês, inicie a página 3 com o **Resumo**, incluindo o título em português e inicie a página 4 com o **Abstract**, sem incluir o título. As demais orientações que constam nos dois itens anteriores também se aplicam.

5. Da página 5 em diante, inicie com a **Introdução** sem colocar a palavra introdução. Seguir com **Material e Métodos** e **Resultados e Discussão** (os dois últimos itens podem aparecer juntos ou de forma independente). Os títulos devem ser escritos em minúsculas, com as iniciais em maiúsculas, centralizados e **negritos**. Evite incluir o item Conclusões em separado. As conclusões devem ser mencionadas dentro do item **Resultados e Discussão**. Em seguida coloque o item **Agradecimentos**, se houver. Inicie página nova para mencionar a **Literatura Citada**.

Nota: Escreva o(s) nome(s) científico(s) por extenso quando mencionados pela primeira vez no Resumo, Abstract e na Introdução. No restante do trabalho e nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas, use o nome genérico abreviado.

6. Referências. Ao longo do trabalho mencione os autores das referências bibliográficas em minúsculas seguido do ano, observando a ordem cronológica e, em caso de artigos de mesmo ano, a ordem alfabética. P. ex.: (Martins 1986, Soares 1987, Garcia 1990, Rhode 1990). Para dois autores use o símbolo &. P. ex.: Robinson & Smith (1982). Para mais de dois autores use *et al.* em *itálico*. P. ex.: Almeida *et al.* (1981). Em **Literatura Citada**, as referências devem seguir ordem alfabética usando o(s) nome(s) do(s) autor(es) em minúsculas, em **negrito**. Também em **negrito** o ano da referência. Cite apenas o número do volume.











