

**CAPACIDADE PREDATÓRIA E RESPOSTA  
FUNCIONAL DE *Chrysoperla externa* (Hagen,  
1861) (Neuroptera: Chrysopidae)  
ALIMENTADA COM *Schizaphis graminum*  
(Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae)**

**ALYSSON RODRIGO FONSECA**

U. S. A.

RECEIVED  
FEBRUARY 27 1954  
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
WASHINGTON, D. C.

Director, Bureau of Plant Industry  
Washington, D. C.  
Dear Sir:  
I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of February 25, 1954, regarding the matter mentioned therein.

Sincerely,  
[Signature]

Very truly yours,  
[Signature]

Enclosure

ALYSSON RODRIGO FONSECA

**CAPACIDADE PREDATÓRIA E RESPOSTA FUNCIONAL DE**  
*Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)  
**ALIMENTADA COM *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera:**  
**Aphididae)**

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

**Orientador**

Prof. César Freire Carvalho

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRA  
1999

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

Fonseca, Alysso Rodrigo

Capacidade predatória e resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) / Alysso Rodrigo Fonseca. – Lavras : UFLA, 1999.

92 p. : il.

Orientador: César Freire Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Chrysoperla externa*. 2. *Schizaphis graminum*. 3. Capacidade predatória. 4. Resposta funcional. 5. Biologia. 6. Sorgo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.747

**ALYSSON RODRIGO FONSECA**

**CAPACIDADE PREDATÓRIA E RESPOSTA FUNCIONAL DE  
*Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)  
ALIMENTADA COM *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera:  
Aphididae)**

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

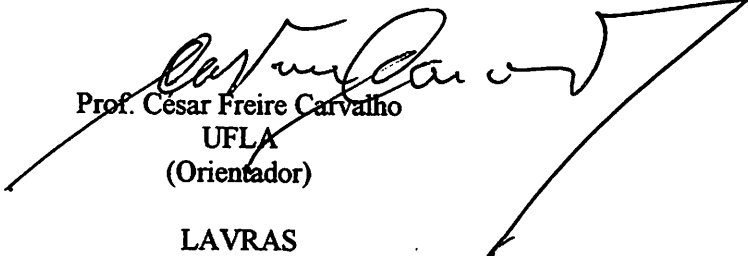
APROVADA em 04 de maio de 1999

Prof.<sup>ª</sup> Brígida Souza

UFLA

Prof. Américo Iorio Ciociola

UFLA



Prof. César Freire Carvalho  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, supremo arquiteto do Universo,

## DEDICO

A meus pais, Adilson e Terezinha.  
Aos meus irmãos, Alexandre e Alessandra,  
Aos meus avós, Elpídio e Maria,

## OFEREÇO

“Conhecer o homem é conhecer Deus. Conhecer Deus é conhecer o homem.  
Estudar o universo é instruir-se sobre Deus e sobre o homem;  
porque o universo é a expressão do pensamento Divino, e o universo está  
refletido no homem.  
O conhecimento é necessário para que o Eu se torne livre e se conheça  
unicamente como Si mesmo.”

Annie Besant

## AGRADECIMENTOS

Com grande orgulho, à Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de concretização deste trabalho.

À CAPES, pelo financiamento de meus estudos, e ao CNPMS/EMBRAPA, pelo fornecimento de material biológico para a viabilização desta pesquisa.

Com admiração e respeito, aos meus orientadores e amigos, professores César Freire Carvalho e Brígida Souza, que, com competência, paciência e profissionalismo, conduziram meus estudos e possibilitaram a realização deste trabalho.

Com verdadeiro respeito, aos professores e funcionários do Departamento de Entomologia, especialmente a Nazaré A. M. Moura, pela amizade e auxílio na condução do experimento.

Pelo apoio, amizade e companheirismo, a Simone Mendes e Gerson A. Silva.

Ao grande amigo e instrutor, Sr. Abner Botrel, que, ao longo de uma grande convivência e busca, mostrou-me muito mais do que se pode aprender com os livros.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, especialmente Nélio, Vinícius, Danilo, Alim, Amilcar, André, Wilson, João, Sandra, Roberta, Valdirene, Ana, Kátia, Keila e Leila, que compartilharam comigo as alegrias, tristezas, dificuldades e realizações.

Aos meus amigos Gustavo, Jorge, Agnello, Danilo, Ebert, Guilherme, Vladimir, Jacinto, Mario, José Augusto, Ricardo, Alexandre e Marlon, pela amizade e companheirismo, nascidos dos laços de irmandade e convivência, que indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

Com carinho, a Janaina M. D. Costa, que mostrou-se companheira, amiga e paciente nos momentos de maior angústia e dificuldade, participando também de forma bastante positiva na elaboração deste trabalho e nos momentos felizes de minha vida.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Importância da cultura do sorgo.....	3
2.2 O pulgão verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani) como praga do sorgo.....	5
2.3 Importância dos crisopídeos no controle biológico de pragas.....	7
2.4 Aspectos relacionados à predação.....	10
2.5 Aspectos biológicos dos crisopídeos.....	13
2.5.1 Fase de ovo.....	13
2.5.2 Fase de larva.....	14
2.5.3 Fases de pré-pupa e pupa.....	16
2.6 Resposta funcional.....	17
3 Metodologia Geral.....	21
3.1 Cultivo de <i>Sorghum bicolor</i> (Linnaeus) Moench.....	22
3.2 Criação de manutenção do pulgão <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani).....	22
3.3 Criação de manutenção de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen).....	23
4 Referências Bibliográficas.....	24
CAPÍTULO 2	
Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) alimentada com <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852) em diferentes temperaturas.....	35
1 Resumo.....	35
2 Abstract.....	36



3	Introdução.....	37
4	Material e Métodos.....	38
4.1	Aspectos biológicos das fases imaturas.....	38
4.2	Capacidade predatória.....	38
4.3	Análise estatística.....	39
5	Resultados e Discussão.....	40
5.1	Aspectos biológicos das fases imaturas.....	40
5.1.1	Período embrionário.....	40
5.1.2	Fase de larva.....	43
5.1.3	Fases de pré-pupa e pupa.....	47
5.1.4	Período de ovo a adulto.....	50
5.2	Capacidade predatória.....	53
5.2.1	Consumo médio diário.....	53
5.2.2	Consumo médio total.....	56
6	Conclusões.....	61
7	Referências Bibliográficas.....	62
<b>CAPÍTULO 3</b>		
	Resposta funcional de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) alimentada com <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852).....	66
1	Resumo.....	66
2	Abstract.....	67
3	Introdução.....	68
4	Material e Métodos.....	69
4.1	Resposta funcional.....	69
4.2	Tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador.....	71
4.3	Análise estatística.....	71
5	Resultados e Discussão.....	72
5.1	Resposta funcional.....	72

<b>5.1.1</b>	<b>Potencial de consumo e duração da fase de larva.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Resposta funcional, tempo de busca e de manuseio.....</b>	<b>78</b>
<b>6</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>82</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo</b>	<b>.....</b>	<b>88</b>

## RESUMO

FONSECA, Alysson Rodrigo. Capacidade predatória e resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Lavras: UFLA, 1999. 92p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)\*.

Esse trabalho teve por objetivo estudar a capacidade predatória e a resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, em câmaras climatizadas a 15, 18, 21, 24, 27 e  $30 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas. Verificou-se que em todas as temperaturas o consumo médio diário e total de pulgões aumentou a cada instar, tendo sido o terceiro instar responsável por cerca de 80 % do consumo total. O número de presas consumidas aumentou progressivamente em função do aumento da temperatura. Observou-se, para o período de larva a adulto, que as maiores viabilidades foram obtidas na faixa de 21 a 27 °C, sendo essa, portanto, ideal para o desenvolvimento desse crisopídeo. A resposta funcional foi determinada oferecendo-se cinco densidades diferentes de presas. Os ensaios foram conduzidos em câmaras climáticas a  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas. Para todos os instares, houve um maior consumo de presas em função do aumento da densidade, com tendência de estabilização a partir de uma densidade média, exceto para o primeiro instar. Portanto, os resultados evidenciaram, para o 1º, 2º e 3º instares e toda a fase de larva, uma resposta funcional Tipo II. Para a densidade média de presas oferecidas foi avaliado o tempo de busca e de manuseio. O menor tempo de busca foi verificado para larvas de segundo e terceiro instares, enquanto que o tempo de manuseio diminuiu progressivamente com o desenvolvimento da larva, sendo menor para aquelas do terceiro instar.

---

\*Orientador: César Freire Carvalho – UFLA.

## ABSTRACT

FONSECA, Alysso Rodrigo. **Predatory capacity and functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae).** Lavras: UFLA, 1999. 92p. (Dissertation - Master in Entomology)\*

This work aimed to study the predatory capacity and the functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen) fed *Schizaphis graminum* (Rondani) aphids. The experiments were conducted in the Insect Biology Laboratory of the Department of Entomology of the "Federal Universidade of Lavras", in climatic chambers at 15, 18, 21, 24, 27 e  $30 \pm 1$  °C, RH of  $70 \pm 10$  % and photophase of 12 hours. It was found that at every temperature, the average and total daily consumption of aphids increased in each instar, the third one having been responsible for about 80 % of the total consumption. The number of preys consumed increased progressively in function of increased temperature. It was observed for the period from larva to adult that the highest survivals were obtained in the range from 21 to 27 °C, that one being, therefore, suitable for the development of this green lacewing. The functional response was determined by feeding five different densities of preys. The trials were performed in climatic chambers at  $25 \pm 1$  °C, RH of  $70 \pm 10$  % and photophase of 12 hours. To all instars there was an increased prey consumption in function of the increase of the density, with a trend toward stabilization from an average density, except to the first instar. Therefore, the results became evident to the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instars and all the larval stage a functional Type II response. To the average prey densities which were offered, both search and handling times were evaluated. The shortest search time was found for second and third instar larvae while the handling time progressively decreased with the development of larva, it being shorter for third instar larvae.

---

\*Adviser: César Freire Carvalho - UFLA

# CAPÍTULO 1

## 1 Introdução Geral

O Brasil possui extensas áreas ocupadas por uma agricultura intensiva e com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de uma ampla variedade de insetos-praga, que constituem-se em um de seus maiores problemas, pois causam danos consideráveis e prejudicam boa parte da colheita, dando ao país o "status" de um dos maiores usuários de produtos fitossanitários. Esses, quando manipulados inadequadamente, resultam em problemas não só para os operadores, mas também na pós-colheita para os consumidores dos alimentos tratados, fazendo surgir ainda, a médio e a longo prazo, os problemas da poluição ambiental, resistência de insetos aos inseticidas e conseqüente desequilíbrio do ecossistema (Robbs & Bittencourt, 1998).

Tais problemas reforçam a necessidade de incentivar o uso racional dos agroecossistemas com emprego de práticas integradas, incluindo a resistência varietal de cultivares, o uso de elementos sadios de propagação vegetal e, *o ataque dessas pragas* *utiliz. jagu* *de inseticidas de forma racional*, destacadamente, o uso do controle biológico natural e aplicado como táticas essenciais para o desenvolvimento e sucesso do manejo integrado de pragas (MIP).

Entre os organismos atuantes no controle de pragas agrícolas destacam-se os artrópodes predadores. A predação é muito difundida na natureza e sua utilização no controle biológico pode ocorrer de duas maneiras: em primeiro lugar podem ser conservados os predadores nativos e o seu número pode ser aumentado com a adição de outros indivíduos criados em laboratórios e liberados periodicamente; e, em segundo lugar, predadores exóticos específicos

que podem ser introduzidos contra certas pragas frequentemente também exóticas.

✦ A criação massal de inimigos naturais e sua posterior liberação em campo para o controle de pragas é uma técnica que vem sendo incrementada mundialmente. Dentre os agentes biológicos com características adequadas para essa finalidade, os neurópteros da Família Chrysopidae, especialmente *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae), têm despertado grande atenção, pelo seu potencial de redução da densidade populacional de diversos insetos-praga e ácaros de importância agrícola. Porém, sua densidade populacional geralmente situa-se abaixo do necessário para um controle adequado da praga, e uma das táticas utilizadas para aumentar a sua eficiência é a produção massal em laboratório para uma posterior liberação.

Na Região Neotropical, destaca-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), ocorrendo naturalmente em várias culturas de interesse econômico, como, por exemplo, a do sorgo, que em vários países dessa região, e mais recentemente no Brasil, vem ganhando espaço. Trata-se de um cereal de grande importância na obtenção de alimentos, particularmente em regiões onde a reduzida disponibilidade de água ou a distribuição irregular das chuvas constituem fatores limitantes ao cultivo de outros cereais como o milho, pois é uma planta de clima tropical, resistente ao déficit hídrico, além de tolerar solos com excesso de acidez.

O sorgo forrageiro e granífero vem sendo cultivado em regiões tradicionalmente caracterizadas como de pecuária leiteira, pois apresenta-se como uma excelente opção para o fornecimento de alimentos aos animais no período de entressafra.

No Brasil, o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), é uma das principais pragas do sorgo, que age sugando a seiva da planta e causando limitação de água, nutrientes e injeção de saliva tóxica,

ocasionando a destruição enzimática da parede celular, clorose e, finalmente, necrose do tecido. O pulgão pode causar ainda danos indiretos através da transmissão de viroses como o mosaico anão do milho ou predispor a planta a doenças, como a podridão do colmo (Bruehl, 1961).

Considerando-se a potencialidade de *C. externa* e as possibilidades de sua utilização no controle do afídeo *S. graminum*, os objetivos do trabalho foram:

1. avaliar a capacidade predatória de larvas de *C. externa* alimentadas com *S. graminum* em diversas temperaturas.
2. estudar a resposta funcional de *C. externa* alimentada com *S. graminum*.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Importância da cultura do sorgo

A origem do sorgo tem sido até hoje objeto de muitas controvérsias por parte de diversos pesquisadores. Sabe-se que essa planta é cultivada há muito tempo, tendo-se informações de sua exploração no Egito, China e Índia, mesmo antes da era cristã (Veiga, 1986).

Provavelmente o sorgo é originário da Etiópia ou Sudão e desses países foi levado por nativos que migraram para outros locais da África. No ano de 700 a.c. foi introduzido na Ásia e, no início da era cristã, na Europa. As sementes foram levadas da África para diversas partes da região ocidental por escravos, durante os séculos XVII e XVIII. Na América Latina, o sorgo chegou à Argentina e Paraguai nos primeiros anos da colonização, mas somente se tornou uma cultura de importância econômica no princípio do século XX, quando foram introduzidas variedades oriundas dos EUA (Enciclopédia Agropecuária Terranova, 1995).

Segundo Campos e Canécio Filho (1973) e Veiga (1986) a introdução do sorgo no Brasil é relativamente recente e efetivou-se no Estado do Rio Grande do Sul, onde pesquisas pioneiras foram realizadas nas extintas estações experimentais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O sorgo constitui um vasto grupo de plantas que oferecem amplas possibilidades de utilização, tanto nas propriedades agrícolas como para fins industriais, sendo utilizado principalmente como ingrediente nas rações de aves, suínos e bovinos.

Segundo Mezzena (1997), essa cultura tem boa tolerância ao excesso de acidez do solo e ao déficit hídrico, assim como resistência à desidratação, desenvolvendo-se bem em condições de pouca chuva. Apresenta baixo custo de produção, porquanto tira proveito do efeito residual dos fertilizantes utilizados na cultura anterior. Seus restos culturais se decompõem mais lentamente e permanecem por mais tempo sobre o solo, fator que favorece a execução do sistema de plantio direto, utilizado principalmente na região do cerrado. O plantio do sorgo na “safrinha”, nas áreas antes ocupadas pelo milho, “quebra” o ciclo das doenças do milho, diminuindo sua incidência na próxima safra. Ainda como vantagens do cultivo do sorgo, podem-se citar a facilidade na comercialização dos grãos em face da existência de um maior número de fábricas de rações e o crescimento expressivo dos confinamentos de bovinos, quando se utiliza esta matéria-prima como alimento animal. Geralmente, o agricultor vende sua produção por um preço na faixa de 75 a 85 % do preço do milho, permitindo-lhe um bom rendimento.

A planta do sorgo pode ser ainda usada como reservatório de inimigos naturais, sendo recomendado seu plantio (em faixas) em meio a uma cultura principal, pois produz grande quantidade de pólen e serve como hospedeiro a uma grande variedade de insetos fitófagos, como os afideos que, por sua vez, servem de alimento para predadores e parasitóides, os quais atuarão sobre as



populações de pragas da cultura principal (Murata *et al.* 1995; Narciso *et al.* 1995).

De acordo com Veiga (1986) e Duarte (1994), as estatísticas disponíveis situam o sorgo granífero como o quinto cereal em volume de produção na agricultura mundial, sendo precedido, em ordem de importância, pelo trigo, arroz, milho e cevada. No Brasil, ocupa o 20º lugar em produção, o 23º em área plantada e o 17º em produtividade, sendo as regiões sul e sudeste as responsáveis pela maior parte da produção brasileira desse cereal.

Segundo Mezzena (1997), na primeira época do ano (primavera-verão) o sorgo tem sido plantado em praticamente todo o Estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a região meridional e na segunda época (verão-outono), é plantado no sudoeste do Estado do Paraná e no norte do Estado de São Paulo. Recentemente o sorgo passou a ganhar importância e espaço nas regiões de cerrado graças ao seu melhor desempenho e garantia de produção, adaptando-se às difíceis condições edáficas e climáticas desses locais, especialmente em sucessão às culturas de verão, conhecida popularmente como “safrinha”. A área cultivada de sorgo está sendo ampliada nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, viabilizando uma “safrinha” mais segura. Outra área de expressivo potencial para o sorgo é o nordeste brasileiro, com vistas ao desenvolvimento regional da avicultura e suinocultura.

## 2.2 O pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani) como praga do sorgo

O pulgão *S. graminum* foi relatado, pela primeira vez no Brasil, na cultura do alpiste e outras gramíneas não cultivadas, no Estado do Rio Grande do Sul (Lima, 1942). Sua presença na cultura do sorgo foi registrada por Galli *et al.* (1981), que previu a possibilidade de se tornar uma importante praga dessa cultura.

Para as condições brasileiras, esses afídeos se reproduzem por partenogênese telitoca e de forma vivípara, sendo que os indivíduos observados nas plantas são geralmente fêmeas ápteras ou aladas. A temperatura ótima de desenvolvimento varia entre 21 e 24 °C, podendo ocorrer, no período de uma semana, quatro instares e, no período de um mês, podem ocorrer de três a quatro gerações (Pfadt, 1978).

O pulgão verde distingue-se de outros pulgões por várias características. O corpo, de aproximadamente 1,8 mm, é de cor verde-clara e geralmente apresenta uma linha média dorsal longitudinal de cor verde-escura; as pernas são claras com tarsos negros (Waquil et al., 1986; Peña-Martínez, 1992).

Esse afídeo normalmente infesta a face inferior das folhas baixas das plantas, entretanto, o sintoma de dano pode ser observado na face superior. Segundo Galli *et al.* (1981), esse pulgão afeta a cultura em todas as fases fenológicas, ou seja, desde a emergência até a maturação, impedindo o crescimento normal da planta, provocando a formação de panículas pequenas, chegando mesmo a causar seca completa, em ataques severos.

Alimenta-se da seiva, causando limitação de água e nutrientes e, ao sugar a seiva, ocorre a injeção de saliva tóxica na planta, causando a destruição enzimática da parede celular, provocando clorose e, finalmente, necrose do tecido foliar. Pode ainda provocar danos indiretos através da transmissão de viroses, como o mosaico anão do milho, ou predispor a planta a doenças como a podridão do colmo (Bruehl, 1961). Segundo Waquil *et al.* (1986), os danos causados pelo pulgão-verde às plantas dependem do tamanho da população de insetos, idade da planta, estágio de desenvolvimento, vigor, condições de umidade de solo e eficiência dos inimigos naturais.

### 2.3 Importância dos crisopídeos no controle biológico de pragas

A família Chrysopidae é formada por um grupo de insetos predadores encontrados em muitas culturas de interesse econômico, exercendo um importante papel no controle biológico de artrópodes-fitófagos. A maioria das espécies possui vasta distribuição geográfica, habitats variados e alimentam-se de uma ampla diversidade de presas. Além desses atributos, a grande capacidade de busca e voracidade das larvas, o alto potencial reprodutivo, a resistência a certos inseticidas e a facilidade de criação em laboratório, favorecem o uso desses insetos em programas de controle biológico (New, 1975; Núñez, 1988; Gravena e Cunha, 1991; Daane *et al.*, 1996; Ferreira, 1996; Moraes e Carvalho, 1991; Figueira, 1998).

Segundo Núñez (1988), os crisopídeos são agentes promissores para o controle biológico de afídeos em casa de vegetação, por serem polípagos, possuírem uma grande habilidade para locomoção nas plantas e alta capacidade de busca, além de apresentarem ampla adaptabilidade a variações de temperatura, o que facilita o controle integrado. Moraes e Carvalho (1991) relataram que algumas espécies de crisopídeos são predadoras tanto na fase larval como na adulta, enquanto outras são predadoras apenas na fase larval, e nesse caso, os adultos alimentam-se de pólen e/ou *honeydew*.

De acordo com Ridgway e Kinzer (1974), Hassan *et al.* (1985) e Hagley (1989), geralmente o número de crisopídeos em condições naturais é inadequado para se obter um nível desejado de controle de pragas. Desse modo, torna-se necessária a criação massal em laboratório para posterior liberação de ovos e larvas em casa de vegetação e campo. Segundo os primeiros autores, a manipulação de populações de crisopídeos através dessa técnica de produção e o uso de suplementos alimentares em pulverizações e outros atraentes, são métodos potenciais para o estabelecimento de uma densidade populacional

adequada de predadores para se proporcionar um controle efetivo de insetos-praga.

Núñez (1988) relatou que a eficiência do método de liberação e o número de predadores a serem liberados estão estreitamente relacionados com a densidade da população da praga, relação predador/presa, o tipo e a fenologia da planta. O êxito da liberação depende ainda da disponibilidade do predador proveniente de criações massais em quantidade suficiente.

O potencial de utilização de crisopídeos para o controle biológico de insetos-praga foi demonstrado por vários pesquisadores. Rautapää (1977) avaliou a proporção predador/presa necessária para o controle de *Rhopalosiphum padi* (Kock, 1854) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de aveia, através de liberações de *C. carnea*. Em laboratório, na proporção de 50 afideos por larva desse crisopídeo, obteve-se uma redução de 10 % na população da praga; na proporção de cinco afideos por larva, essa redução foi de 50 %.

Segundo Hassan (1978), os afideos são importantes pragas de várias culturas em casa de vegetação e o uso de métodos alternativos de controle é necessário para evitar efeitos secundários dos tratamentos químicos, como a resistência a inseticidas e a presença de resíduos nos alimentos. Liberações de larvas de *C. carnea* no início do segundo ínstar, na proporção predador/presa de 1:5 visando controlar *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em cultura de berinjela em casa de vegetação, resultaram em uma eliminação total da população de afideos. As plantas que receberam as larvas alcançaram tamanho normal e produziram frutos; as da parcela testemunha morreram durante os dois primeiros meses do experimento.

Ridgway e Jones (1968) realizaram liberações inundativas de *C. carnea*, para o controle dos noctuídeos *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (= *Helicoverpa*) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (= *Helicoverpa*) em algodoeiro. Duas liberações, totalizando 721.700 larvas por hectare, reduziram a população da

praga em até 96 %, obtendo-se um rendimento três vezes superior ao observado para as parcelas em que foram utilizados inseticidas. Segundo Rigway (1969), as informações disponíveis sobre liberações de crisopídeos para o controle de *Heliothis* sp. são bastante animadoras, porém, são necessárias muito mais pesquisas sobre técnicas de produção massal, distribuição dos predadores no campo, época de liberação e número necessário de insetos para que o controle seja economicamente viável. Foi demonstrado que o produtor, em geral, gasta de 62 a 125 dólares por hectare para controlar *Heliothis* sp. no algodoeiro. Contudo, esse custo poderia ser reduzido para quinze dólares, liberando-se crisopídeos.

O potencial de *C. carnea* como agente de controle de *M. persicae* em crisântemo cultivado em casa de vegetação foi demonstrado por Scopes (1969). Populações desse pulgão foram eliminadas pela introdução de larvas com um dia de idade na proporção predador/presa de até 1:50. Larvas de terceiro ínstar efetuaram o controle da praga quando a proporção predador/presa foi de 1:200. Foi ressaltado que, em baixas densidades de afídeos, o controle foi menos eficaz. A eficiência de *C. carnea* como predador desse afídeo em beterraba açucareira foi demonstrado por Hassan *et al.* (1985) em casa de vegetação, usando diferentes proporções predador/presa. Liberações de larvas na proporção de 1:5, 1:10, 1:20 e 1:40 controlaram a praga com sucesso, sendo que as plantas nas quais as larvas foram liberadas tiveram um desenvolvimento normal.

Voicu e Nagler (1987) relataram que os insetos da Família Chrysopidae destacam-se no complexo de inimigos naturais do pulgão *S. graminum*, sendo responsáveis pelo controle populacional dessa praga no campo.

Hagley (1989) avaliou a eficiência de *C. carnea* no controle de *Aphis pomi* De Geer (Hemiptera: Aphididae) em macieira. Foram liberados cerca de 335.000 ovos desse predador por hectare, reduzindo significativamente o número de adultos ápteros e ninfas desse afídeo. Segundo Hagley e Allen (1990), várias espécies de inimigos naturais foram observadas predando o

pulgão *A. pomi* em macieira, sendo que, dentre os mais comuns, encontram-se os insetos da Família Chrysopidae.

Daane *et al.* (1996) avaliaram a eficácia do uso *C. carnea* no controle de *Erythroneura variabilis* Beamer e *Erythroneura elegantula* Osborn (Hemiptera: Cicadellidae) em videira e observaram que as densidades da praga foram reduzidas em 23,5 e 30,3 % em parcelas que receberam 29.652 e 88.956 larvas de *C. carnea* por hectare, respectivamente, em comparação com parcelas sem liberação.

#### 2.4 Aspectos relacionados à predação

O potencial de utilização de predadores tais como os crisopídeos no controle biológico de pragas agrícolas tem sido demonstrado em diferentes tipos de manipulações. Holling (1961) citou que as características do ambiente, da presa e do predador são importantes fatores que podem afetar a predação. Segundo Ridgway e Murphy (1984), a eficácia de predadores é governada por três fatores principais, destacando-se: (1) a densidade do predador e da presa, (2) a distribuição da presa e sua área de ação e (3) a preferência pelas espécies de presas disponíveis.

Segundo Canard e Duelli (1984), pouco se sabe sobre o comportamento de predação das larvas da maioria dos crisopídeos, as quais são caçadoras ativas, caracterizadas por movimentos rápidos e uma boa capacidade de busca. A captura da presa é similar para a maioria dos predadores e qualquer que seja a espécie atacada as etapas do processo de captura são: (1) busca ativa que leva ao contato com a presa; (2) sondagem e identificação da presa; (3) captura da presa se essa for aceita; (4) consumo; (5) uma vez saciada, a larva limpa as suas peças bucais e finalmente repousa. Se a larva não se saciar, ela inicia novamente o comportamento de busca.

2012  
11/12

A identificação da presa é feita provavelmente através de contato físico com as mandíbulas, os palpos e, possivelmente, as antenas, quando o reconhecimento químio-sensorial é possível. Estímulos visuais podem, talvez, desempenhar um papel no reconhecimento inicial, que é o determinante principal da aceitação da presa. Durante e após a captura, secreções salivares são injetadas na presa com a função de paralisá-la e digerir os órgãos internos. Através dos movimentos deslizantes longitudinais das mandíbulas e maxilas, parte dos tecidos é dilacerado e a hemolinfa é sugada através do canal alimentar. O tempo de manuseio e consumo variam bastante, dependendo do tamanho do predador e da presa, e do estado de inanição da larva (Canard e Duelli, 1984).

Segundo Vinson (1977), muitos parasitóides intensificam a busca após ovipositar em um hospedeiro, e essa resposta tem sido definida como busca motivada por sucesso. Frazer (1988) identificou que a eficiência potencial de predadores é determinada pela sua capacidade de busca, além da abundância e distribuição da presa. De acordo com Nordlung e Morrison (1990), poderia ser esperado que predadores, quando atacassem um novo tipo de presa, se adaptassem a esse novo alimento, levando a uma redução no tempo de manuseio com as próximas presas. Entretanto, observou-se que o tempo de manuseio de largatas e ovos de *H. virencens* por larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) não mudou significativamente após uma “aprendizagem”.

A preferência por presas específicas pode ser um importante fator para o sucesso de um predador polífago em um programa de controle biológico, pois é especialmente importante que a praga alvo esteja entre as presas preferidas. Segundo Frazer (1988), essa preferência ocorre quando um predador consome certas espécies com mais frequência se cada espécie fosse comida ao acaso, o que implica em treinamento e capacidade de perceber a mais abundante.

Para a utilização de predadores em um programa de controle de pragas, são necessários estudos básicos relacionados aos aspectos biológicos do

predador e da presa. Atualmente, existem muitas pesquisas envolvendo o potencial de consumo de crisopídeos, as quais são bastantes escassas quando relacionadas a espécies sul-americanas.

Ribeiro (1988), trabalhando com larvas de *C. externa* alimentadas com *Aphis gossypii* Glover, 1876 (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório, na temperatura de  $25 \pm 2$  °C, analisou a capacidade de predação desse inseto, observando consumo médio de 52,8; 81,8 e 236,6 pulgões para cada um dos três instares.

Chakrabarti *et al.* (1991) estudou o potencial de consumo do crisopídeo *Cunctochrysa jubigenis* (Hölzel) alimentada com o afídeo *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) na temperatura de 23,6 °C. O predador consumiu nos três instares uma média de 39,7; 67,1 e 137,7 pulgões, respectivamente. Observou-se que o número de presas consumidas foi dependente do estágio de desenvolvimento da larva e da temperatura. As larvas de terceiro instar apresentaram uma maior capacidade de consumo, cerca de 60 % do total predado na fase larval.

Caetano *et al.* (1996), estudando a consumo larval de *C. externa* alimentada com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae), encontrou um consumo médio de 930,62 ovos.

López (1996) estudou o potencial de alimentação de *C. externa* e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) e concluiu que o número total de pulgões de tamanho médio consumidos nos três instares desses predadores foi 7,8; 20,7 e 137,4 pulgões para *C. externa* e 5,0; 12,8 e 104,6 pulgões para *C. cincta*, respectivamente. Observou-se que o número de pulgões predados pelas larvas de *C. externa* foi maior que o de *C. cincta*, e que em ambas as espécies, o consumo no terceiro instar foi muito maior do que em cada um dos dois primeiros.



## 2.5 Aspectos biológicos dos crisopídeos

### 2.5.1 Fase de ovo

As fêmeas, depois de fecundadas, realizam posturas no limbo foliar ou, menos frequentemente, no pecíolo das folhas. No ato da postura, a fêmea, na maioria das espécies, encosta o ápice do abdome na superfície, deixa uma gotícula de secreção das glândulas coletéricas e, elevando o abdome, estica-a em um fio delgado que se solidifica formando assim um fino pedúnculo de alguns milímetros de comprimento, em cujo ápice fixa-se o ovo que tem menos de um milímetro (Lima, 1942). A maioria dos crisopídeos realiza postura de ovos pedicelados, o que os tornam bastante característicos. O comprimento do pedicelo pode variar de 2 a 26 mm e a postura pode ser feita de maneira isolada ou em grupos (Gepp, 1984).

Os crisopídeos ovipositam em locais os mais variados possíveis, encontrando-se ovos próximos às colônias de afídeos e também em locais bastante inóspitos ao desenvolvimento larval (Maia, 1998). O local de oviposição, o tamanho do ovo, o comprimento do pedicelo e a coloração servem, em muitos casos, para a diferenciação específica (Smith, 1921). Segundo Núñez (1988) e Maia (1998), os ovos são alongados e inicialmente apresentam coloração verde-clara tornando-se escuros próximos da eclosão.

Segundo Canard e Principi (1984), a duração do período embrionário varia principalmente em função da espécie e da temperatura na qual os ovos são mantidos. Aun. (1986), conduzindo estudos com ovos de *C. externa* nas temperaturas de 25 e 30 °C, observou uma duração de 4,3 e 3,3 dias para a geração F1. Ribeiro (1988), trabalhando com a mesma espécie, obteve um período médio de 4,2 dias a  $25 \pm 2$  °C.

Figueira (1998) e Maia (1998) observaram um prolongamento do período embrionário de *C. externa* sob temperaturas mais baixas, constatando-se

uma redução à medida que ocorreu o aumento da temperatura. Segundo Maia (1998), a duração do período embrionário de *C. externa*, nas temperaturas de 15, 18, 21, 24, 27 e 30 °C, foi de  $14,4 \pm 0,2$ ;  $10,6 \pm 0,1$ ;  $5,0 \pm 0,0$ ;  $4,2 \pm 0,2$ ;  $4,0 \pm 0,0$  e  $3,2 \pm 0,1$  dias, respectivamente.

O sistema de armazenamento a baixas temperaturas a longo prazo constitui-se em um fator-chave que assegura a eficiência, o sincronismo e a disponibilidade oportuna de inimigos naturais em um programa de controle biológico. Ferreira (1996) constatou que ovos de *C. externa* mantidos a uma temperatura 10 °C apresentaram viabilidade de 92 e 84 % para o período de armazenamento de 5 e 10 dias, respectivamente.

### 2.5.2 Fase de larva

Segundo Abid *et al.* (1978), logo após a eclosão, que ocorre geralmente à noite, as larvas permanecem sobre o córion por certo tempo, durante o qual o tegumento endurece e torna-se escuro. Em seguida, descem pelo pedicelo e iniciam a busca por presas. A larva apresenta um comportamento predatório durante todo o seu desenvolvimento que é composto por três instares, sendo que aquelas de primeiro instar são as mais ativas, exibindo uma maior capacidade de busca.

Smith (1921), Lima (1942) e Canard e Principi (1984) mencionaram as pequenas lagartas e ovos de lepidópteros, pulgões, tripes, cochonilhas, cigarrinhas, moscas brancas, psilídeos e ácaros como as principais presas de crisopídeos.

As larvas de muitas espécies apresentam o hábito de cobrirem-se de detritos, fragmentos vegetais e restos de presas consumidas, o que as tornam protegidas contra inimigos naturais (Canard e Principi, 1984), sendo vulgarmente denominadas “bicho-lixeiro”. O canibalismo é comum e pode

representar uma fonte alternativa de alimento quando o número de presas disponíveis não é suficiente (New, 1975).

De acordo com Smith (1921 e 1922), a duração de cada instar e da fase larval é altamente influenciada pelas condições de temperatura, umidade relativa, disponibilidade e qualidade de alimento. Foi relatado que o primeiro instar pode durar de 2 a 7 dias, enquanto que o segundo é normalmente mais curto, com cerca de 2 a 5 dias; o terceiro pode ser variável, às vezes demasiadamente prolongado, especialmente se a alimentação estiver escassa.

Núñez (1988) avaliou a duração dos três instares de *C. externa* alimentada com ovos de *S. cerealella* a temperatura de 25,3 °C e 78 % de umidade relativa, obtendo médias de  $4,0 \pm 0,5$ ;  $4,0 \pm 0,3$  e  $4,0 \pm 0,5$  dias, respectivamente.

Ribeiro (1988), trabalhando com larvas de *C. externa* alimentadas com o pulgão *A. gossypii* em condições de laboratório, obteve duração média de 3,3; 2,8 e 4,3 dias para o primeiro, segundo e terceiro instares, respectivamente. Resultados semelhantes foram reportados por López (1996) que obteve, para essa mesma espécie, durações de  $3,0 \pm 0,3$ ;  $3,0 \pm 0,7$  e  $4,0 \pm 0,5$  dias, para os três instares, quando suas larvas foram alimentadas com o pulgão *R. porosum*. Trabalhando com a mesma espécie alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), Aun (1986) constatou que a duração do período larval foi de 14,0; 9,6 e 7,3 dias para as temperaturas de 22, 25 e 30 °C, respectivamente.

Venzon e Carvalho (1993) utilizaram o pulgão *Toxoptera* spp. juntamente com ovos de *A. kuehniella* como presas para larvas de *C. cubana*, nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C, observando durações médias de 13,6; 14,3 e 28,5 dias, respectivamente. Os resultados mostraram que a adição de *Toxoptera* spp. à dieta de ovos de *A. kuehniella*, proporcionou, além de uma menor duração, uma maior viabilidade do ciclo larva a adulto desse crisopídeo.

Maia (1998) estudou a duração da fase larval de *C. externa* alimentada com o afideo *S. graminum* em condições de laboratório. Para as temperaturas de 21, 24 e 27 °C, foram obtidas médias de  $12 \pm 0,6$ ;  $10,6 \pm 0,6$  e  $9,7 \pm 0,6$  dias, respectivamente. Foi observado que a duração do desenvolvimento de todas as fases foi influenciada pela temperatura.

### 2.5.3 Fases de pré-pupa e pupa

A fase de pré-pupa inicia-se quando a larva cessa a sua alimentação estando completamente desenvolvida, iniciando a formação de um casulo de seda em um local protegido (Núñez, 1988). Esse casulo é de formato oval, composto de seda branca ou amarelada em várias camadas, aderindo ao substrato por uma teia irregular frouxa, variando o tamanho de 1,5 a 7,0 mm. A pupa é exarada, apresentando os apêndices perfeitamente visíveis e afastados do corpo (Gepp, 1984). As dimensões do casulo dependem da espécie e, dentro de uma mesma espécie, variam de acordo com o tamanho alcançado pela larva. Os casulos dos machos são um pouco menores, mais leves e mais claros que os das fêmeas (Canard e Principi, 1984).

A última ecdise ocorre dentro do casulo e, de acordo com Smith (1921) e Canard e Principi (1984), é detectada pela formação de um pequeno disco escuro que pode ser facilmente observado através do tecido de seda em uma das extremidades do casulo. Esse disco é formado pela exúvia do último instar, dando origem à pupa propriamente dita. Essa fase compreende o período da última ecdise larval até a emergência do adulto.

Completado o desenvolvimento, as pupas se libertam dos casulos através de uma abertura circular feita com as mandíbulas em uma das suas extremidades (Smith, 1921). Externamente, inicia-se a fase “farata” correspondente à pupa móvel, que termina com a emergência do adulto através da última ecdise,

seguida pela expansão das asas e liberação do mecônio (Smith, 1921; Canard e Principi, 1984).

A velocidade do desenvolvimento e a sobrevivência nas fases de pré-pupa e pupa são também influenciadas pela temperatura. Figueira (1998), trabalhando com *C. externa*, obteve para a fase de pré-pupa durações médias de  $5,0 \pm 0,0$ ;  $3,0 \pm 0,0$  e  $3,2 \pm 0,4$  dias, a 21, 24 e 27 °C; e para a fase de pupa durações de  $9,6 \pm 0,6$ ;  $7,9 \pm 0,3$  e  $6,7 \pm 0,6$  dias para as mesmas temperaturas, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia (1998) que, trabalhando com esse mesmo crisopídeo nas mesmas temperaturas, observou durações de  $4,0 \pm 0,3$ ;  $3,6 \pm 0,3$  e  $3,4 \pm 0,3$  dias para a fase de pré-pupa e  $9,0 \pm 0,7$ ;  $7,2 \pm 0,8$  e  $6,7 \pm 0,7$  dias para a fase de pupa, respectivamente.

## 2.6 Resposta funcional

Uma abordagem sobre o estudo do impacto de predadores sobre a sua presa, tem sido feita de forma analítica, na qual a resposta da espécie entomófoga é decomposta em duas partes: a resposta funcional e a resposta numérica. A primeira refere-se ao número de presas consumidas por um predador à medida que o número de presas aumenta, e a segunda relaciona-se a um aumento no número de predadores após um acréscimo na densidade de presas (Solomon, 1949).

Segundo Frazer (1988) e Trexler *et al.* (1988), quando se plota em um gráfico o número de presas consumidas em função do número de presas disponíveis, podem surgir três tipos de resposta funcional de predadores (Figura 1). Essas foram caracterizadas por Holling (1959) como: Tipo I, em que há um aumento linear no número de presas consumidas até um valor máximo, à medida que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há um aumento do número de presas consumidas em função de uma maior disponibilidade delas até uma

determinada densidade, quando a intensidade de ataque diminui, tendendo a um certo nível de estabilidade; Tipo III, em que a resposta é sigmóide, aproximando-se de uma assintota superior.

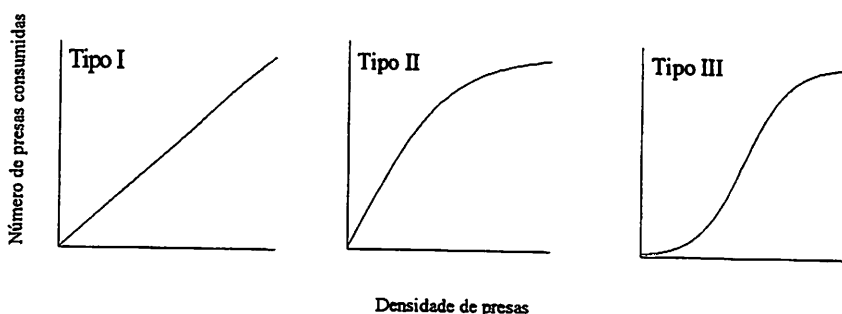


FIGURA 1 – Modelos de resposta funcional sugeridos por Holling (1959).

A resposta do Tipo II é geralmente associada a artrópodes invertebrados (incluindo insetos predadores e parasitóides) e a resposta do Tipo III é mais característica de predadores vertebrados, por aprenderem a se concentrar mais em uma presa à medida que ela se torna abundante. Todavia, estudos posteriores realizados por Hassel *et al.* (1977) indicaram que artrópodes predadores poderiam possuir esse tipo de resposta funcional. Segundo O’Neil (1990), a premissa essencial da resposta do Tipo III é que os predadores são capazes de distinguir densidades de presas e ajustar seu esforço de busca de acordo com elas.

A duração do tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador são componentes básicos que governam a resposta funcional. Outros componentes, tais como a fome, mecanismos de defesa da presa e aprendizagem do predador, embora importantes, são considerados componentes secundários (Tostowaryk,

1972). O tempo gasto para manusear a presa afeta essa resposta, influenciando o tempo disponível para a busca ativa (Holling, 1961).

Segundo Holling (1959), o estudo sobre como os componentes da resposta funcional são afetados pelas características do predador, da presa e do ambiente onde se criou, tem proporcionado um discernimento valioso sobre vários processos gerais da predação.

Morris (1963) estudou o efeito da idade do predador e dos mecanismos de defesa da presa na resposta funcional de *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes densidades de lagartas de *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae). Observou-se que tanto a defesa da presa quanto a idade do predador têm efeitos importantes sobre as curvas de resposta funcional e que, devido à defesa vigorosa exibida por lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar desse lepidóptero, a predação é seletiva, e aquelas cujo desenvolvimento é retardado pelo parasitismo são mais prováveis de serem predadas que as não parasitadas.

A relação entre a densidade e o número de presas atacadas é um aspecto fundamental da dinâmica predador-presa. Modelos anteriores de predação (resposta funcional do Tipo I) pressupunham que, à medida que a densidade de presas aumentava, o número de ataques por predador aumentava linearmente. Embora uma resposta funcional linear fosse uma suposição útil para modelos teóricos, mensurações de resposta funcional de predadores artrópodes indicaram que ela não era linear e alcançava um platô quando o número de ataques permanecia essencialmente constante, apesar de aumentos adicionais na densidade de presas (O'Neil, 1990).

Hull *et al.* (1976) estudaram a resposta funcional de *Stethorus punctum* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes densidades do ácaro vermelho europeu *Panonychus ulmi* (Kock) (Acarina: Tetranychidae). Os resultados mostraram que a taxa de consumo da segunda e terceira gerações de *S. punctum* cresceu com o aumento da densidade das presas, sendo que uma

resposta linear do Tipo I ajustou-se melhor aos resultados para fêmeas adultas desse coccinelídeo. Porém, foi ressaltado que um predador que responde funcionalmente a um aumento na densidade de presa deve, em algum ponto, alcançar uma estabilidade na sua taxa de consumo.

A resposta funcional de *P. maculiventris* alimentado com 2 a 16 larvas de 4º ínstar de *Epilachna varivestis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) foi estudada por O'Neil (1989). Os resultados evidenciaram para esse coccinelídeo uma resposta funcional do Tipo II.

Nordlund e Morrison (1990) analisaram em laboratório a resposta funcional de *C. rufilabris* alimentada com o pulgão *A. gossypii*. Os resultados experimentais mostraram uma resposta funcional do Tipo I ou II. Nas diferentes densidades de presas não foi alcançado nenhum platô, mostrando que esse predador é um consumidor voraz. Resultados semelhantes foram obtidos por Kabissa *et al.* (1996) que, estudando a resposta funcional dos crisopídeos *Mallada desjardinsi* (Navas) e *Chrysoperla congrua* (walker), a diferentes densidades de *A. gossypii*, obtiveram, para ambos os predadores, uma resposta funcional do Tipo II.

Os efeitos do consumo alimentar no crescimento e desenvolvimento dos três instares de *C. carnea* alimentada com ovos de *A. kuehniella*, em densidade baixa (3,10 e 50), intermediária (10,20 e 100) e alta (20, 100 e 400), foram estudados por Zheng *et al.* (1993). Observou-se que as larvas alimentadas em alta densidade de ovos desenvolveram-se bem mais que aquelas às quais foi oferecida uma densidade menor que sua capacidade de consumo e que a duração do período larval foi significativamente menor nessas condições.

A resposta funcional de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) nas densidades de 10, 25 e 35 ninfas do pulgão *S. graminum* foi pesquisada por Vieira (1995) em condições de laboratório. Observou-se que o segundo, terceiro e quarto instares e todo o ciclo biológico do



predador evidenciaram uma resposta funcional do Tipo II, como proposto por Holling (1959). A predação mostrou ser maior à medida que a densidade de presas aumentou de 25 para 35 pulgões/dia.

Alencar e Ramalho (1995) obtiveram uma resposta funcional do Tipo II trabalhando com adultos do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (= *P. nigrispinus* (Dallas, 1851)) (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes densidades de lagartas de terceiro ínstar de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818). Resultados semelhantes foram obtidos por Santos e Ramalho (1997) que avaliaram a resposta funcional do predador *P. nigrispinus* alimentado com diferentes instares de lagartas de *A. argillacea*. Constatou-se uma resposta funcional do Tipo II como sendo a mais adequada para expressar a relação predador-presa.

A relação entre a densidade populacional do afideo *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) e do predador *Dicyphus tamanini* Wagner (Heteroptera: Miridae) foi examinada por Fenili e Alomar (1997). De acordo com a análise dos resultados, uma resposta funcional do Tipo II foi a que melhor adaptou-se à interação predador-presa.

### 3 Metodologia Geral

Esse trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto de 1997 a setembro de 1998, em Lavras, MG.

[REDACTED] - [REDACTED]

### 3.1 - Cultivo de *Sorghum bicolor* (Linnaeus) Moench

Sementes da variedade BR 300 suscetível ao pulgão-verde *S. graminum* foram obtidas junto ao CNPMS/EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG. No campo foi preparada uma área de 300 m<sup>2</sup> onde foram plantadas semanalmente duas fileiras de seis metros lineares dessa cultivar, com o intuito de se obter plantas em vários estágios de desenvolvimento.

O plantio também foi feito semanalmente em vasos de cinco litros mantidos em casa de vegetação, tendo como substrato terra esterilizada e adubada. O objetivo desse plantio foi o de fornecer matéria verde (folhas e caules) para as criações desse pulgão em laboratório no período do inverno, época em que o sorgo não se desenvolve satisfatoriamente no campo.

### 3.2 Criação de manutenção do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani)

Os afideos foram fornecidos pelo CNPMS em Sete Lagoas, MG, e multiplicados em sala climatizada a uma temperatura de 25 ± 1 °C, UR de 70 ± 10 %, fotofase de 12 horas e mantidos em gaiolas e/ou prateleiras vedadas com tela fina ou tecido tipo "voil". Os pulgões foram criados em seções foliares de sorgo com cerca de quinze centímetros de comprimento, as quais foram colocadas em copos plásticos de 150 ml contendo água até a metade para que a folha se mantivesse túrgida por um período maior. Para fixar as folhas e evitar que os pulgões caíssem na água, foi colocado um disco de isopor de seis centímetros de diâmetro no interior de cada copo, de modo que se encaixasse até a sua metade. As seções foliares foram trocadas a cada três dias.

Utilizou-se também a metodologia adotada por Maia (1998), que consiste em acondicionar os pulgões em seções de caule do sorgo colocada em copos plásticos de 700 ml contendo água até a metade e vedados com disco de isopor de dez centímetros de diâmetro, possibilitando uma maior disponibilidade

de pulgões e uma redução substancial na mão-de-obra devido a maior duração do caule. Assim, foi possível a manutenção da criação obtendo o número de insetos necessário para a realização dos diversos experimentos em laboratório.

### **3.3 Criação de manutenção de *Chrysoperla externa* (Hagen)**

No que concerne à criação dos crisopídeos, foi adotada a metodologia utilizada por Ribeiro (1988) que apresentou excelentes condições para o desenvolvimento da espécie em laboratório. Adultos foram coletados no pomar de citros da UFLA e levados para o laboratório, sendo mantidos em sala climatizada a  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas.

Os adultos foram acondicionados em gaiolas cilíndricas de pvc de 20 cm de altura por 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel de filtro branco. Para vedar a parte superior da gaiola utilizou-se filme de polietileno e a parte inferior permaneceu apoiada em uma placa de Petri forrada com papel toalha branco.

A alimentação dos adultos consistiu de uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1, pincelados em tiras de parafilm® de 10 x 2 cm, fixadas na extremidade superior da gaiola. No fundo de cada gaiola, foi colocado um frasco contendo água destilada, o qual foi substituído semanalmente.

Os ovos foram coletados diariamente, cortando-se o pedicelo com uma tesoura de ponta fina. Aqueles destinados aos ensaios foram individualizados e acondicionados em tubos cilíndricos de vidro de 2,5 x 8,5 cm e vedados com filme de polietileno. Os ovos restantes foram destinados à criação de manutenção, sendo colocados em gaiolas semelhantes às utilizadas para a criação dos adultos. Tomou-se o cuidado de colocar no interior de cada gaiola tiras de papel sulfite dobradas em forma de sanfona, com o objetivo de diminuir

o canibalismo. As larvas eclodidas foram alimentadas “*ad libitum*” com *S. graminum* e ovos de *A. kuehniella*, provenientes da criação de manutenção do próprio laboratório.

#### 4 Referências Bibliográficas

- ABID, M.K.; TAWFIK, M.F.S.; AL-RUBEAE, J.K. The life history of *Chrysopa septempunctata* Wesm. (Neuroptera: Chrysopidae) in Iraq. **Bulletin Biology Research Center**, v.10, n.3, p.89-104, 1978.
- ALENCAR, S.B.; RAMALHO, F.S. Resposta funcional do predador *Podisus connexivus* a densidade de *Alabama argillacea*. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 6, Simpósio Integrado de Manejo de Pragas, 2, Caxambu-MG, 1995. Resumos... Lavras: SEB, p.359.
- AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). ESALQ: Piracicaba, 1986. 65p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- BRUEHL, G.M. Barley yellow dwarf: a virus disease of cereal and grasses. **Monograph of the American Phytopathological Society I**, 52p, 1961.

- CAETANO, A.C.; MURATA, A.T.; DE BORTOLI, S.A. Estudo da capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), em diferentes substratos em condições de laboratório. In: Simpósio de Controle Biológico, 5, Foz do Iguaçu, 1996. Resumos... Curitiba: Siconbiol, p.22.
- CAMPOS, T. de; CANÉCIO FILHO, V. Principais culturas II. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, v.2, 952p.
- CANARD, M.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (Eds). **Biology of Chrysopidae**, Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.92-129, 1984.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M.M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (Eds). **Biology of Chrysopidae**, Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.57-75, 1984.
- CHAKRABARTI, S.; DEBNATH, N.; GHOSH, D. Developmental, rate, larval voracity and oviposition of *Cunctochrysa jubigenis* (Neuroptera: Chrysopidae), an aphidophagous predator in the western Himalayas. In: POLGAR, L.; CHAMBERS, R.J.; DIXON, A.F.G. e HODEK, I. (Eds). **Behavior and Impact of Aphidophaga**, SPB Academic Publishing, The Netherlands, p.107-113, 1991.
- DAANE, K.M.; YOKOTA, G.Y.; ZHENG, Y.; HAGEN, K.S. Inundative release of common green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to suppress *Erythroneura variabilis* and *E. elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) in vineyards. **Annals of the Entomological Society of America**, v.25, n.5, p.1224-1235, 1996.

- DUARTE, J.O. Situação da cultura do sorgo no Brasil. Sete Lagoas: CNPMS/EMBRAPA, v.6, 342p, 1994. (Relatório Técnico Anual).
- ENCICLOPÉDIA Agropecuária Terranova. Santafé de Bogotá: Terranova, 1995. 278p. (Producción Agrícola 1). Capítulo Cereales, p.99-122.
- FENILI, R.; ALOMAR, O. Respuesta funcional del depredador *Dicyphus tamanini* Wagner (Heteroptera: Miridae) ante diferentes densidades de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Homoptera: Aphididae). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 7. Salvador-BA, 1997. Resumos... Salvador: SEB, p.106.
- FERREIRA, R.J. Técnicas para produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). Jaboticabal: FCAV, 1996. 115p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- FIGUEIRA, L.K. Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). UFLA: Lavras, 1998. 103p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- FRAZER, B.D. Predators. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Eds.). *Aphids: their biology, natural enemies and control*. v.B, p.217-230, 1988.
- GALLI, A.J.B.; LARA, F.M.; BARBOSA, J.C. Resistência de genótipos de sorgo a *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.19, n.1, p.61-71, 1981.

- GEPP, J. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: A short survey. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. (Eds.). **Biology of Chrysopidae**, Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.9-19, 1984.
- GRAVENA, A.; CUNHA, H.F. Artrópodes predadores da cultura algodoeira - Atividade sobre *Alabama argillacea* (Hübner) com breves referências a *Heliothis* sp. (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletim Número 1 – Universidade Estadual Paulista, CEMIP, Departamento de Entomologia e Nematologia**, 46p, 1991.
- HAGLEY, E.A.C. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, v.121, n.4/5, p.309-315, 1989.
- HAGLEY, E.A.C.; ALLEN, W.R. The green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), as prey of polyphagous arthropod predators in Ontario. **The Canadian Entomologist**, v.122, p.1221-1228, 1990.
- HASSAN, S.A. Releases of *Chrysopa carnea* Steph. to control *Myzus persicae* (Sulzer) on egg plant in small greenhouse plots. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v.8, n.2, p.118-123, 1978.
- HASSAN, S.A.; KLINGAUF, F.; SHARIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.100, n.2, p.163-174, 1985.

- HASSEL, M.P.; LAWTON, J.H.; BEDDINGTON, J.R. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. **Journal of Animal Ecology**, v.46, p.249-262, 1977.
- HOLLING, C.S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v.91, n.7, p.385-398, 1959.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.163-182, 1961.
- HULL, L.A.; ASQUITH, D.; MOMERY, P.D. The functional responses of *Stethorus punctum* to densities of the European red mite. **Environmental Entomology**, v.6, n.1, p.85-90, 1976.
- KABISSA, J.C.B.; YARRO, J.G.; KAYUMBO, H.Y.; JULIANO, S.A. Functional responses of two chrysopid feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, v.41, n.2, p.141-151, 1996.
- LIMA, A.C. **Insetos do Brasil**. Homópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, v.3, 327p, 1942. (Série Didática, 4).
- LÓPEZ, C.C. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Hemiptera: Aphididae). Jaboticabal: FCAV, 1996. 96p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).



- MAIA, W.J.M.S. Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. UFLA: Lavras, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- MEZZENA, A.G.L. Agrianual 97 - Anuário estatístico da agricultura brasileira. 435p, 1997.
- MORAES, J.C.; CARVALHO, C.F. Influência da fonte de carboidratos sobre a fecundidade e longevidade de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Prática*, v.15, n.2, p.137-144, 1991.
- MORRIS, R.F. The effect of predator age and prey defense on the functional response of *Podisus maculiventris* Say to density of *Hyphantria cunea* Drury. *The Canadian Entomologist*, v.95, p.1009-1018, 1963.
- MURATA, A.T.; FREITAS, S.; NARCISO, R.S.; DE BORTOLI, S.A. Estudo da utilização da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) como reservatório natural de crisopídeos. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 6, Simpósio Integrado de Manejo de Pragas, 2, Caxambu-MG, 1995. Resumos... Lavras: SEB, p.682.
- NARCISO, R.S.; FREITAS, S.; MURATA, A.T.; DE BORTOLI, S.A. O sorgo como cultura reservatório de inimigos naturais para outras culturas. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 6, Simpósio Integrado de Manejo de Pragas, 2, Caxambu-MG, 1995. Resumos... Lavras: SEB, p.408.

- NEW, T.R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v.127, n.2, p.115-140, 1975.
- NORDLUNG, D.A.; MORRISON, M.J. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.57, p.237-242, 1990.
- NÚÑEZ, Z.E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, v.31, p.76-82, 1988.
- O'NEIL, R.J. Comparison of laboratory and field of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.62, n.2, p.148-155, 1989.
- O'NEIL, R.J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. In: **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. Alan Reliss, Inc., p.83-86, 1990.
- PEÑA-MARTÍNEZ, R. Afidos como vectores de virus en México. Identificación de afidos de importãncia agrícola. México: Centro de Fitopatología, v.2, 135p, 1992.
- PFADT, R.E. Insect pests of small grains. In: PFADT, R.E. (Ed.). **Fundamentals of Applied Entomology**, p.261-301, 1978.

- RAUTAPÄÄ, J. Evaluation of predator-prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. in control of *Rhopalosiphum padi* (L.). *Annales Agriculturae Fenniae*, v.16, p.103-109, 1977.
- RIBEIRO, M.J. *Biologia de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, 1988. 131p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).
- RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. Field-cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of bollworm on cotton. *Journal of Economic Entomology*, v.61, n.4, p.892-898, 1968.
- RIDGWAY, R.L. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. In: **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**, p.127-144, 1969.
- RIDGWAY, R.L.; KINZER, R.E. Chrysopids as predators of crop pests. *Entomophaga*, v.7, p.45-51, 1974.
- RIDGWAY, R.L.; MURPHY, W.L. Biological control in the field. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. (Eds). **Biology of Chrysopidae**, Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.220-228, 1984.
- ROBBS, C.F.; BITTENCOURT, A.M. 1998. Controle biológico de insetos. *Revista Biotecnologia*, v.2, n.6, p.10-12, 1998.

- SANTOS, T.M.; RAMALHO, F.S. Resposta funcional de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 7. Salvador-BA, 1997. Resumos... Salvador: SEB, p.125.
- SCOPES, N.E.A. The potencial of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouses *Chrysanthemum*. *Annals of Applied Biology*, v.64, n.7, p.433-439, 1969.
- SMITH, R.C. A study of the biology of the Chrysopidae. *Annals of the Entomological Society of America*, v.14, p.27-35, 1921.
- SMITH, R.C. The biology of the Chrysopidae. *Cornell University Agriculture Experimental Station*, v.58, p.1286-1375, 1922.
- SOLOMON, M.E. The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology*, v.18, p.1-35, 1949.
- TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swaini* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). *The Canadian Entomologist*, v.104, p.61-69, 1972.
- TREXLER, J.C.; MCCULLOCH, E.E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? *Oecologia*, v.76, p.207-214, 1988.

- VEIGA, A.C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, v.12, n.144, p.3-5, 1986.
- VENZON, M.; CARVALHO, C.F. Desenvolvimento larval, pré-pupal e pupal de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.3, p.477-483, 1993.
- VIEIRA, G.F. Resposta funcional e numérica de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). UFLA: Lavras, 1995. 66p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- VINSON, S.B. Behavioral chemicals in the augmentation of natural enemies. In: R.L. RIDGWAY e S.B. VINSON (Eds.). **Biological Control by Augmentation of Natural Enemies**. New York, Plenum, p.237-277, 1977.
- VOICU, M.C.; NAGLER, K. Chrysopidae, Coccinellidae si Syrphidae pradatoare in colonille de *Schizaphis graminum* Rond. din unele agrobiocenoze din Moldova. **Studii si Crecetari de Biologie, Seria Biologie Animale**, v.39, n.1, p.22-27, 1987.
- ZHENG, Y.; DAANE, K.M.; HAGEN, K.S.; MITTLER, T.E. Influence of larval dietary supply on the food consumption, food utilization efficiency, growth and development of the lacewing *Chrysoperla carnea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.67, n.5, p.9-14, 1993.

**WAQUIL, J.M.; CRUZ, I.; VIANA, P.A. 1986. Pragas do sorgo. Informe Agropecuário, v.12, n.144, p. 46-51, 1986.**

## CAPÍTULO 2

### Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em diferentes temperaturas

#### 1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar o potencial de consumo e alguns aspectos biológicos da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) em diferentes temperaturas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 15 repetições. Os ensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas a 15, 18, 21, 24, 27 e  $30 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas. Em todas as temperaturas estudadas, observou-se um consumo significativamente maior de presas no terceiro ínstar. Para todos os instares e para a fase larval observou-se uma tendência de estabilização da curva de regressão entre 15 e 24 °C. A partir desta temperatura ocorreu um progressivo aumento no número de presas consumidas, atingindo um valor máximo a 30 °C. Verificou-se que a duração média de todas as fases estudadas foi decrescente com o aumento da temperatura, com os menores períodos observados a 30 °C. As viabilidades encontradas para os três instares, pré-pupa, pupa e fase de larva desse crisopídeo foram superiores nos intervalos correspondentes às temperaturas de 24 a 27 °C, ambas com viabilidade de 100 %, portanto, essas temperaturas encontram-se dentro da faixa ideal de desenvolvimento desse inseto.

---

\*Orientador: César Freire Carvalho - UFLA.

## 2 Abstract

The objective of this work was to study the consumption potential and some biological aspects of the young stage of *Chrysorpela externa* (Hagen) fed *Schizaphis graminum* (Rondani) under different temperatures. The experimental design was completely randomized with six treatments and fifteen replications. The trials were conducted in climatic chamber at 15, 18, 21, 24, 27 and  $30 \pm 1$  °C, RH of  $70 \pm 10$  % and photophase of 12 hours. In all the temperatures studied, a significantly higher consumption of preys in the third instar was observed. To all the instars and larval phase, a trend to stabilization of the regression curve between 15 and 24 °C was observed. From this temperature onwards a progressive increase in the number of preys consumed occurred attaining a maximum value at 30 °C. It was found that the average duration of all the phases investigated was decreasing with increase of the temperature, with the shortest periods observed at 30 °C. The survival at the end of the three instars, pre-pupa, pupa and larval stage of this green lacewing was superior in intervals corresponding to 24 and 27 °C, so those temperatures lie within the ideal developmental range of that insect.

---

\*Adviser: César Freire Carvalho – UFLA



### 3 Introdução

Há poucos anos se pensava que os problemas ocasionados por pulgões e outras pragas agrícolas poderiam ser solucionados mediante o uso frequente de inseticidas. Atualmente, está comprovado que essa prática, conduzida de maneira unilateral, não resolve o problema e, ao contrário, acaba por aumentá-lo provocando o surgimento de insetos-praga resistentes em áreas sujeitas a aplicações contínuas desses produtos, ocasionando ainda problemas ambientais e de saúde pública (Peña-Martínez, 1992).

Torna-se, portanto, necessário desenvolver alternativas que possam diminuir ou mesmo eliminar o uso de produtos fitossanitários em lavouras e casas de vegetação. Vários autores (Núñez, 1988; Gravena e Cunha, 1991; Albuquerque *et al.*, 1994; Carvalho e Ciociola, 1996) têm citado, como alternativa ao controle químico de insetos-praga, o uso de inimigos naturais, como, por exemplo, o crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen), uma espécie comum em diversos agroecossistemas e que apresenta um grande potencial para utilização em controle biológico.

Os crisopídeos são importantes predadores de muitos artrópodes em vários agroecossistemas, particularmente das fases imaturas de muitos insetos e ácaros, entretanto, apresentando certa preferência por pulgões (Gravena e Cunha, 1991). Frequentemente, o número desses predadores presentes em condições naturais é insuficiente para fornecer um nível adequado de controle de pragas, tornando-se necessária sua criação massal para posterior liberação de seus ovos e/ou larvas em casa de vegetação e campo (Hassan *et al.*, 1985 e Hagley, 1989).

Ao se considerar as potencialidades de utilização das principais espécies de Chrysopidae da Região Neotropical e especialmente *C. externa*, de maior

distribuição geográfica e a mais comum (Carvalho e Ciociola, 1996), torna-se de fundamental importância desenvolver pesquisas básicas envolvendo esses insetos, quando se visa utilizá-los em programas de controle biológico.

Assim, o objetivo dessa pesquisa foi estudar, em laboratório, os aspectos biológicos e a capacidade predatória das fases imaturas de *C. externa* alimentada com o pulgão do sorgo *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em diferentes temperaturas.

## 4 Material e Métodos

### 4.1 Aspectos biológicos das fases imaturas

O estudo das fases imaturas de *C. externa* teve início com a individualização de 15 ovos em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, vedados com pvc laminado, perfurado com alfinete para aeração e mantidos em câmaras climáticas a 15, 18, 21, 24, 27 e  $30 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas. As observações foram realizadas diariamente durante o período embrionário até a emergência do adulto. Os parâmetros avaliados foram: duração do período embrionário, duração e viabilidade de cada instar e da fase de larva, duração e viabilidade das fases de pré-pupa, pupa e do período de larva a adulto.

### 4.2 Capacidade predatória

Para se determinar o potencial de predação de *C. externa*, foi fornecido diariamente a esse predador um número conhecido de pulgões superior a sua capacidade de consumo. Esse número foi obtido através de um ensaio preliminar

efetuado a temperatura de  $25 \pm 1$  °C, com 10 repetições, visando determinar o número médio de afideos consumidos diariamente em cada instar.

Visando o fornecimento de um tamanho padronizado de presas, em cada unidade de criação do pulgão que continha uma seção foliar de sorgo (conforme capítulo 1, página 22) foram colocados cerca de doze pulgões adultos. Após dois dias eles foram retirados, ficando somente as ninfas de primeiro e segundo instares, as quais foram oferecidas às larvas após dois dias, fornecendo-se, dessa forma, ninfas de terceiro e quarto instares.

Os pulgões predados foram contados diariamente e retirados do tubo juntamente com os sobreviventes. Após a limpeza do tubo, novamente fornecia-se às larvas um número conhecido de presas. Os pulgões consumidos são facilmente reconhecidos, pois as larvas do crisopídeo sugam-no totalmente, deixando apenas o exoesqueleto.

Para as temperaturas mais altas, devido ao rápido desenvolvimento das larvas, ofereceu-se um número maior de presas. Quando a densidade oferecida às larvas foi muito alta, a contagem dos pulgões predados foi facilitada contando-se os sobreviventes, cujo número foi subtraído do total fornecido no início de cada intervalo de tempo.

#### **4.3 Análise estatística**

Para a avaliação dos dados utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos representados pelas seis temperaturas em 15 repetições. Cada parcela experimental constou inicialmente de um tubo contendo um ovo do predador, totalizando 15 ovos por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial. Utilizou-se nas análises o Programa “SAS for Windows” e adotaram-se, para análise dos dados, os níveis de significância a 5 e 1 %. Para a

viabilidade encontrada em cada fase e no período de larva a adulto, foi aplicado o Teste  $X^2$  a 5 % de probabilidade.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Aspectos biológicos das fases imaturas

Os resultados referentes à duração do período embrionário encontram-se na Tabela 1. Nas Tabelas 2 a 4 encontram-se os resultados referentes a duração e viabilidade dos ínstaes e da fase de larva, pré-pupa, pupa e período de larva a adulto. As análises de variância para a duração das diferentes fases do desenvolvimento foram significativas (1 %) em função das temperaturas estudadas (Tabela 1A).

#### 5.1.1 Período embrionário

Observou-se que o período embrionário foi maior para temperaturas mais baixas, diminuindo à medida em que ocorreu o aumento da temperatura (Tabela 1). A maior duração foi observada a 15 °C, sendo, em média,  $17,3 \pm 0,3$  dias. Nas temperaturas de 18 e 21 °C, a duração do período diminuiu consideravelmente, sendo de  $11,0 \pm 0,1$  e  $7,0 \pm 0,2$  dias, respectivamente. Para as temperaturas de 24, 27 e 30 °C observou-se uma ligeira estabilização, ou seja, houve uma menor variação desse período quando comparado com as temperaturas mais baixas, constatando-se uma maior variação da duração nas temperaturas inferiores a 24 °C, indicando uma maior sensibilidade dos ovos de *C. externa* a temperaturas mais baixas. Foi possível o ajustamento de uma

equação de segundo grau entre a duração do período embrionário e a temperatura (Figura 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Figueira (1998) e Maia (1998), segundo os quais os períodos embrionários médios foram maiores para temperaturas mais baixas, diminuindo à medida que ocorreu o aumento da temperatura. Semelhantemente ao constatado no presente trabalho, foi observado que o aumento da temperatura de 15 até 21 °C provocou uma maior variação no desenvolvimento, enquanto que nas temperaturas de 24, 27 e 30 °C observou-se uma relativa estabilização.

TABELA 1 - Período embrionário médio em dias ( $\pm$  EP) de *Chrysoperla externa* em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10 %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	Período embrionário (dias) $\pm$ EP
15	17,3 $\pm$ 0,3
18	11,0 $\pm$ 0,1
21	7,0 $\pm$ 0,2
24	4,0 $\pm$ 0,0
27	3,9 $\pm$ 0,1
30	3,2 $\pm$ 0,1
CV (%)	8,2

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

Os resultados obtidos nesse trabalho concordaram com aqueles encontrados por Aun (1986) que, conduzindo estudos com ovos de *C. externa* nas temperaturas de 25 e 30 °C, obteve um período embrionário médio de 4,3 e 3,3 dias para a geração F1. Resultados semelhantes também foram obtidos por Ribeiro (1988) que, trabalhando com a mesma espécie, obteve uma duração média de 4,2 dias para ovos mantidos a 25 ± 2 °C.

Estudando o período embrionário de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), Butler Jr. e Ritch Jr. (1970) obtiveram resultados semelhantes, quando os ovos foram mantidos a 25 e 30 °C, com uma média de 4,2 e 3,1 dias, respectivamente.

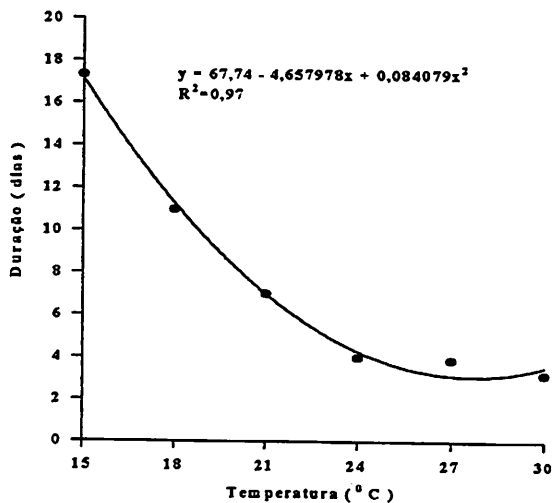


FIGURA 1 - Curva de regressão ajustada para a duração do período embrionário de *Chrysoperla externa* em função da temperatura. UR 70 ± 10 %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

### 5.1.2 Fase de larva

Os resultados referentes à duração e viabilidade dos três instares e da fase larval nas seis temperaturas estudadas encontram-se na Tabela 2. De acordo com a análise dos resultados, observou-se que a duração média de cada instar e da fase larval foi afetada significativamente pela temperatura, constatando-se um aumento na velocidade de desenvolvimento quando submetidas a condições térmicas mais elevadas (Tabela 2 e Tabela 1A).

Núñez (1988) avaliou a duração dos três instares de *C. externa* alimentada com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) a uma temperatura de 25,3 °C, obtendo para cada instar uma média de  $4,0 \pm 0,5$ ;  $4,0 \pm 0,3$  e  $4,0 \pm 0,5$  dias, sendo esses resultados próximos aos obtidos nesse trabalho para as temperaturas de 24 e 27 °C. Ribeiro (1988), trabalhando com larvas dessa mesma espécie a 25 °C e alimentadas com *A. gossypii*, obteve uma duração média de 3,3; 2,8 e 4,3 dias para o primeiro, segundo e terceiro instares. Esses resultados diferem dos obtidos nesse experimento, em temperaturas próximas, provavelmente pelo tipo de presa oferecida, confirmando as observações feitas por Smith (1922), em que a duração de cada instar e da fase larval são altamente influenciadas pelas condições de temperatura, umidade relativa, disponibilidade e qualidade de alimento.

Também trabalhando com *C. externa* alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), Aun (1986) obteve uma duração do período larval de 14,0; 9,6 e 7,3 dias nas temperaturas de 22, 25 e 30 °C, respectivamente. Esses resultados são inferiores aos obtidos neste trabalho, provavelmente pelo fato de testar em temperaturas diferentes e também devido à utilização de presas diferentes.

TABELA 2 - Duração média (D) em dias ( $\pm$  EP) e viabilidade (V) em % dos três instares e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em diferentes temperaturas. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	1º instar		2º instar		3º instar		Fase larval	
	D	V	D	V	D	V	D	V
15	12,7 $\pm$ 0,5	93	9,9 $\pm$ 0,1	100	14,2 $\pm$ 0,7	79	36,5 $\pm$ 0,8	73
18	8,1 $\pm$ 0,2	93	6,2 $\pm$ 0,1	100	8,7 $\pm$ 0,2	93	22,9 $\pm$ 0,3	87
21	6,3 $\pm$ 0,2	100	4,0 $\pm$ 0,2	100	5,4 $\pm$ 0,3	93	15,8 $\pm$ 0,3	93
24	4,0 $\pm$ 0,0	100	3,3 $\pm$ 0,1	100	3,5 $\pm$ 0,1	100	10,9 $\pm$ 0,2	100
27	3,9 $\pm$ 0,1	100	2,7 $\pm$ 0,1	100	3,1 $\pm$ 0,2	100	9,7 $\pm$ 0,1	100
30	3,1 $\pm$ 0,1	93	2,9 $\pm$ 0,1	86	3,3 $\pm$ 0,1	100	9,4 $\pm$ 0,2	80
CV (%)	13,2		10,4		20,2		3,4	

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

As temperaturas de 24 e 27 °C foram as que permitiram uma viabilidade de 100 % para todos os instares e para a fase de larva de *C. externa* (Tabela 2). As temperaturas de 18, 21 e 30 °C também proporcionaram uma viabilidade relativamente elevada em todos os estágios de desenvolvimento, chegando a 100 % em alguns instares. Porém, a 15 °C, apenas as larvas de segundo instar apresentaram 100 % de viabilidade, acarretando uma mortalidade relativamente mais alta no primeiro e terceiro instares e em toda a fase larval. Nessa temperatura, a viabilidade da fase larval diferiu pelo teste  $X^2$  a 5 %, dos resultados encontrados para as demais temperaturas, concordando com Tauber *et al.* (1987) que, trabalhando com *Chrysopa oculata* Say, observaram que a 15,6 °C, a mortalidade das fases imaturas foi relativamente alta na maioria das populações e, acima dessa temperatura, a taxa de sobrevivência aumentou.



Canard (1970), estudando os aspectos biológicos de *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758) mantida a  $20 \pm 0,5$  °C, encontrou que a viabilidade da fase larval desse crisopídeo alimentado com os pulgões *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758) foi de 98 e 100 %, respectivamente. Porém, Aun (1986) trabalhando com *C. externa* alimentada com ovos de *A. kuehniella* a 25 e 30 °C, obteve para a fase larval uma viabilidade inferior à obtida nesse trabalho, correspondendo a 62,6 e 63,9 %, respectivamente.

Os resultados permitiram o ajustamento de equações de segundo grau com um elevado valor no coeficiente de determinação ( $R^2 > 0,91$ ). Semelhantemente ao observado para o período embrionário, os resultados evidenciaram uma maior sensibilidade das larvas a temperaturas de 15 a 21 °C, sendo que um aumento de 3 °C provocou uma redução na duração de cada estágio em maior intensidade quando comparado às variações observadas nas temperaturas de 24 a 30 °C (Figura 2). Resultados muito semelhantes foram obtidos por Figueira (1998) e Maia (1998) trabalhando com larvas de *C. externa*. Observou-se, para todos os ínstares desse predador, uma maior sensibilidade nas temperaturas mais baixas, ou seja, 15, 18 e 21 °C, quando comparadas às temperaturas de 24, 27 e 30 °C, nas quais um aumento de 3 °C permitiu reduções na duração de cada fase, porém, em menor intensidade.

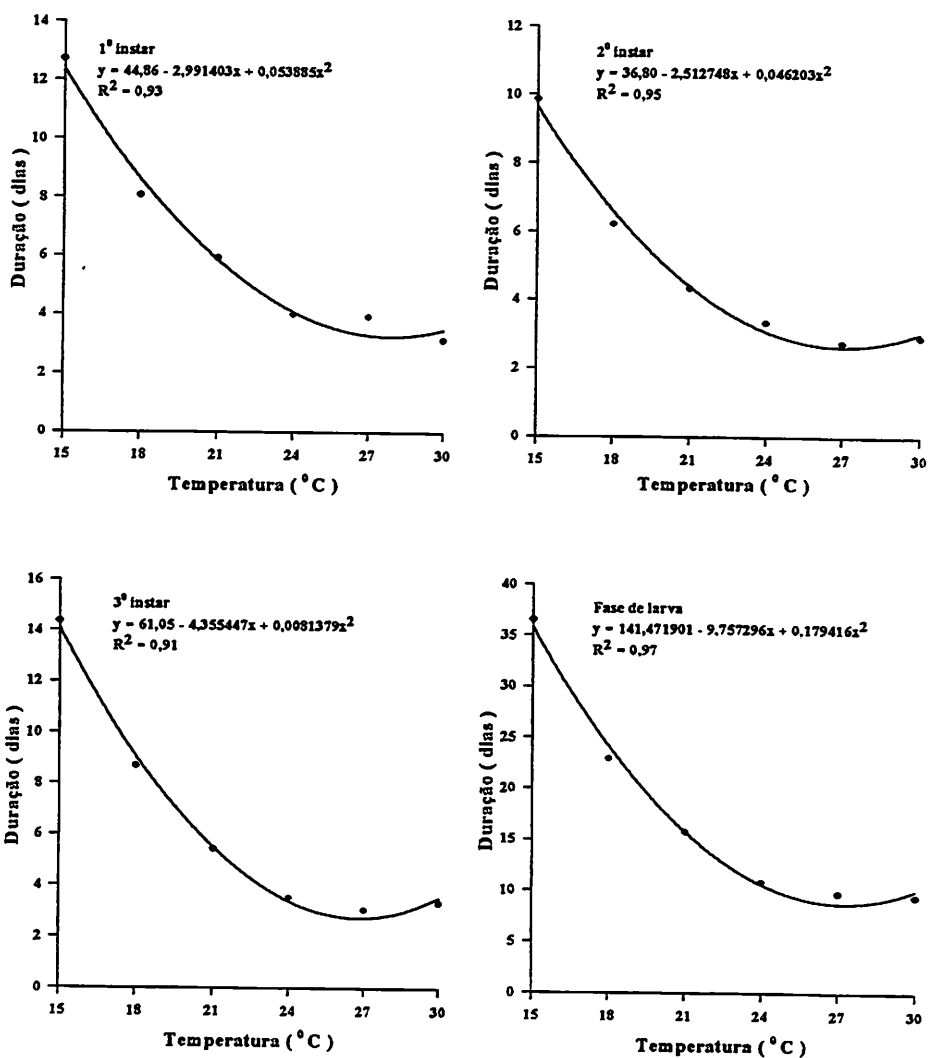


FIGURA 2 - Curvas de regressão ajustadas para a duração dos três ínstar e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em função da temperatura. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

### 5.1.3 Fases de pré-pupa e pupa

Os resultados referentes à duração e viabilidade das fases de pré-pupa e pupa encontram-se na Tabela 3. A duração da fase de pupa foi mais prolongada, tendo sido observado um aumento de aproximadamente 8 dias em relação à fase de pré-pupa, em temperatura de 15 °C. Com o aumento da temperatura, essa diferença diminuiu progressivamente, chegando a dois dias, quando atingiu a temperatura de 30 °C. Observou-se também que em ambas as fases a duração diminuiu com o aumento da temperatura. As maiores durações foram obtidas a 15 °C, sendo de  $17,0 \pm 0,7$  dias para a fase de pré-pupa e de  $25,0 \pm 1,2$  dias para a fase de pupa; a 30 °C observou-se uma redução na duração de, aproximadamente, 4,5 vezes para ambas as fases.

Observou-se uma maior sensibilidade sob as temperaturas de 15, 18 e 21 °C, tendo um aumento de 3 °C proporcionado uma redução mais intensa na duração destas fases em relação ao que foi verificado para as demais temperaturas testadas. As curvas ajustadas para as equações de regressão evidenciaram um elevado coeficiente de determinação ( $R^2 > 0,91$ ) para ambas as fases (Figura 3).

Esses resultados assemelharam-se àqueles obtidos por Núñez (1988) e Maia (1998). Estudando o ciclo biológico de *C. externa*, Núñez (1988) obteve, para a temperatura de 25,3 °C, duração de  $4,0 \pm 1,0$  e  $8,0 \pm 0,9$  dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente. Maia (1998), trabalhando com essa mesma espécie, observou uma maior variação na duração dessas fases a 15 e 18 °C, quando comparadas com as outras temperaturas testadas. Porém, Butler Jr. e Ritch Jr. (1970), estudando o desenvolvimento de pupas de *C. carnea* oriundas de larvas alimentadas com ovos de *S. cerealella*, obtiveram duração 13,3; 6,6 e 6,1 dias, a temperaturas de 15, 25 e 30 °C.

As diferenças quanto aos resultados obtidos para essas duas espécies do gênero *Chrysoperla*, devem-se possivelmente, à sua distribuição geográfica. A

espécie *C. carnea*, por ser amplamente distribuída na Região Holoártica, apresenta melhor adaptação a condições de temperaturas mais baixas do que *C. externa* que ocorre na região Neotropical, portanto, melhor adaptada a temperaturas médias mais elevadas.

TABELA 3 - Duração média (D) em dias ( $\pm$  EP) e viabilidade (V) em % das fases de pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em diferentes temperaturas. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	Pré-pupa		Pupa	
	D	V	D	V
15	17,0 $\pm$ 0,7	82	25,0 $\pm$ 1,2	100
18	7,9 $\pm$ 0,2	100	15,0 $\pm$ 0,1	77
21	6,6 $\pm$ 0,2	79	11,0 $\pm$ 0,6	79
24	4,1 $\pm$ 0,1	100	7,4 $\pm$ 0,1	100
27	3,5 $\pm$ 0,1	100	6,5 $\pm$ 0,1	100
30	3,6 $\pm$ 0,2	92	5,8 $\pm$ 0,1	92
CV (%)	14,3		14,4	

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, observou-se que as viabilidades obtidas para as fases de pré-pupa e pupa foram altas, não sendo

detectada diferença significativa através do teste  $X^2$ , o que demonstra que as temperaturas estudadas não influenciaram na viabilidade dessas fases. Entretanto, a 15 e 21 °C observou-se uma porcentagem relativamente elevada de larvas que não passaram da fase de pré-pupa e, em temperaturas de 18 e 21 °C, constatou-se uma elevada mortalidade na fase de pupa ou insetos que não realizaram a expansão das asas após a emergência. Pode-se atribuir que esses problemas fisiológicos encontram-se relacionados a falta de adaptação do predador a essa presa em temperaturas mais baixas, embora Maia (1998) tenha mencionado que, possivelmente, seja devido a maior duração do ciclo, provocando, por exemplo, o aparecimento de certas doenças.

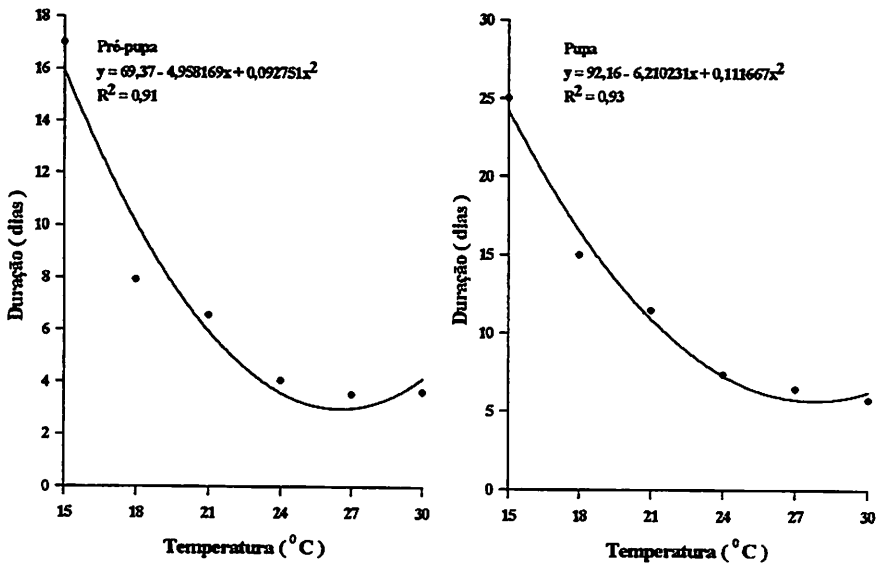


FIGURA 3 - Curvas de regressão ajustadas para a duração das fases de pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em função da temperatura. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Canard (1970) obteve, para as fases de pré-pupa e pupa de *C. perla*, viabilidades de 90 a 98 % quando as larvas foram alimentadas com os pulgões *M. persicae* e *M. rosae*. Porém, quando esse crisopídeo foi alimentado com o pulgão *B. brassicae*, a viabilidade foi de 78 %, comprovando, portanto, a importância da alimentação na fase de larva influenciando as fases subsequentes.

#### 5.1.4 Período de ovo a adulto

A duração média do período de ovo a adulto e a viabilidade do período de larva a adulto encontram-se na Tabela 4. De acordo com os resultados, observou-se que a duração desse período decresceu com o aumento da temperatura. Para 15 °C, a duração foi superior em cerca de 73 dias àquela encontrada a 30 °C, observando-se uma maior sensibilidade da fase jovem desse inseto em temperaturas de 15 a 24 °C, como pode ser melhor visualizado na curva de regressão ajustada para esse parâmetro, em função das diferentes temperaturas (Figura 4). Um aumento de 3 °C à temperatura de 15 °C ocasionou uma redução de aproximadamente 38 dias, provocando ainda uma redução de 17 e 14 dias, em temperaturas de 18 e 21 °C, respectivamente. Para as temperaturas mais elevadas (24, 27 e 30 °C), observou-se uma tendência da estabilização da velocidade do desenvolvimento. Assim, uma elevação de 3 °C às temperaturas de 24 e 27 °C promoveu uma redução de 3 e 2 dias, respectivamente.

A duração do período de ovo a adulto obtida nesse trabalho aproximou-se daquela encontrada por Núñez (1988) que, sob temperatura de 25,3 °C obteve duração de 27 dias para *C. externa* e 34 dias para *C. cincta*. Venzon e Carvalho (1993), estudando o desenvolvimento da fase jovem de *C. cubana* a 25 °C alimentada com ovos de *A. kuehniella* e com o afídeo *Toxoptera* spp., encontraram duração média de 28,6 dias, resultados bastante próximos aos

verificados no presente experimento, embora trate de espécies diferentes, tanto do predador quanto da presa.

TABELA 4 - Duração média em dias ( $\pm$  EP) do período de ovo a adulto e viabilidade em % do período de larva a adulto de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em diferentes temperaturas. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	Duração (dias) $\pm$ EP	Viabilidade (%)
15	95,3 $\pm$ 1,2	60
18	56,8 $\pm$ 0,4	67
21	40,2 $\pm$ 0,4	73
24	26,3 $\pm$ 0,3	80
27	23,6 $\pm$ 0,2	73
30	22,0 $\pm$ 0,5	47
CV (%)	7,22	

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

De acordo com a Tabela 4, as viabilidades mais baixas foram encontradas a 15 e a 30 °C, as quais diferiram significativamente daquelas verificadas sob as demais temperaturas estudadas, pelo teste de  $X^2$  a 5 %. Atribui-se essa baixa viabilidade à alta mortalidade ocorrida na fase de larva e à incapacidade de expansão das asas observada logo após a emergência. Em

temperaturas de 21, 24 e 27 °C foi observada uma maior viabilidade, correspondendo a 73, 80 e 73 %, respectivamente.

Esses resultados não foram concordantes aos encontrados por Maia (1998) que, trabalhando com a mesma espécie alimentada com o pulgão *S. graminum*, obteve viabilidade mais elevada para o período de ovo a adulto em temperaturas de 18, 21, 27 e 30 °C, correspondendo a 82,5; 80,0; 82,5 e 87,5 %, respectivamente. Porém, a viabilidade encontrada a 15 °C (62,5 %) foi semelhante à verificada neste experimento.

Em função dos resultados obtidos e comparando-os àqueles encontrados para essa e outras espécies de crisopídeos, pode-se afirmar que o pulgão *S. graminum* foi uma espécie de presa que permitiu um desenvolvimento satisfatório das fases imaturas de *C. externa* na faixa de temperatura entre de 21 a 27 °C.

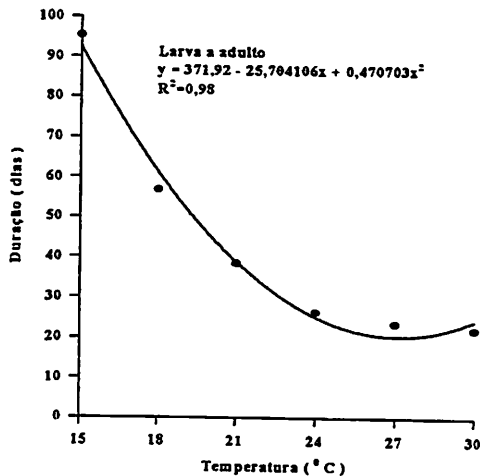


FIGURA 4 - Curva de regressão ajustada para a duração da fase de ovo a adulto de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em função da temperatura. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.



## 5.2 Capacidade predatória

Os resultados referentes ao consumo total e diário nos três instares de *C. externa* encontram-se nas Tabelas 1 e 2. As curvas ajustadas para as equações de regressão entre o número de presas consumidas e as temperaturas testadas encontram-se nas Figuras 1 e 2. Para o número médio diário e total de presas consumidas nos três instares e na fase de larva, as análises de variância foram significativas em função da temperatura (Tabela 2A).

### 5.2.1 Consumo médio diário

Os resultados referentes ao consumo médio diário nos três instares e fase larval de *C. externa* nas seis temperaturas estudadas (Tabela 5 e Figura 5) evidenciaram um efeito linear positivo em que o aumento na temperatura resultou em um maior consumo diário de presas.

Observou-se que o consumo aumentou do primeiro para o terceiro instar em todas as temperaturas estudadas. A 24 °C, verificou-se, para o primeiro instar, um consumo de  $3,4 \pm 0,2$  pulgões; no terceiro instar esse consumo elevou-se para  $76,7 \pm 3,2$  pulgões. Portanto, houve um aumento de cerca de 22 vezes no consumo médio diário. Um menor aumento no número de pulgões consumidos foi verificado por Ribeiro (1988) que, estudando essa mesma espécie mantida a  $25 \pm 2$  °C e alimentada com o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1876, obteve, para o terceiro instar, um aumento de aproximadamente 3,5 vezes no consumo médio diário em relação às larvas de primeiro instar.

Foi constatado que a temperatura interferiu na capacidade predatória das larvas nos seus diversos instares. Na faixa de 15 a 30 °C houve um aumento progressivo do número médio de presas consumidas. Observou-se, para o primeiro instar, um aumento de aproximadamente 10 vezes no consumo médio

diário. Para o segundo e terceiro ínstars, esse aumento foi de aproximadamente seis vezes.

TABELA 5 - Número médio diário ( $\pm$  EP) de *Schizaphis graminum* consumidos por larvas de *Chrysoperla externa* nos três ínstars e fase larval, em diferentes temperaturas. UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	Número médio diário de pulgões consumidos $\pm$ EP			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase larval
15	1,0 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,2	17,0 $\pm$ 1,0	9,0 $\pm$ 0,3
18	3,1 $\pm$ 0,2	8,2 $\pm$ 0,5	30,7 $\pm$ 1,6	14,5 $\pm$ 0,8
21	2,3 $\pm$ 0,1	7,2 $\pm$ 0,5	41,2 $\pm$ 3,4	17,9 $\pm$ 1,0
24	3,4 $\pm$ 0,2	10,5 $\pm$ 0,5	76,7 $\pm$ 3,2	29,0 $\pm$ 0,8
27	5,3 $\pm$ 0,4	20,0 $\pm$ 1,6	85,5 $\pm$ 4,9	32,6 $\pm$ 1,0
30	10,2 $\pm$ 0,4	23,0 $\pm$ 1,8	95,4 $\pm$ 1,9	42,8 $\pm$ 2,5
CV (%)	24,2	32,6	25,0	18,8

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

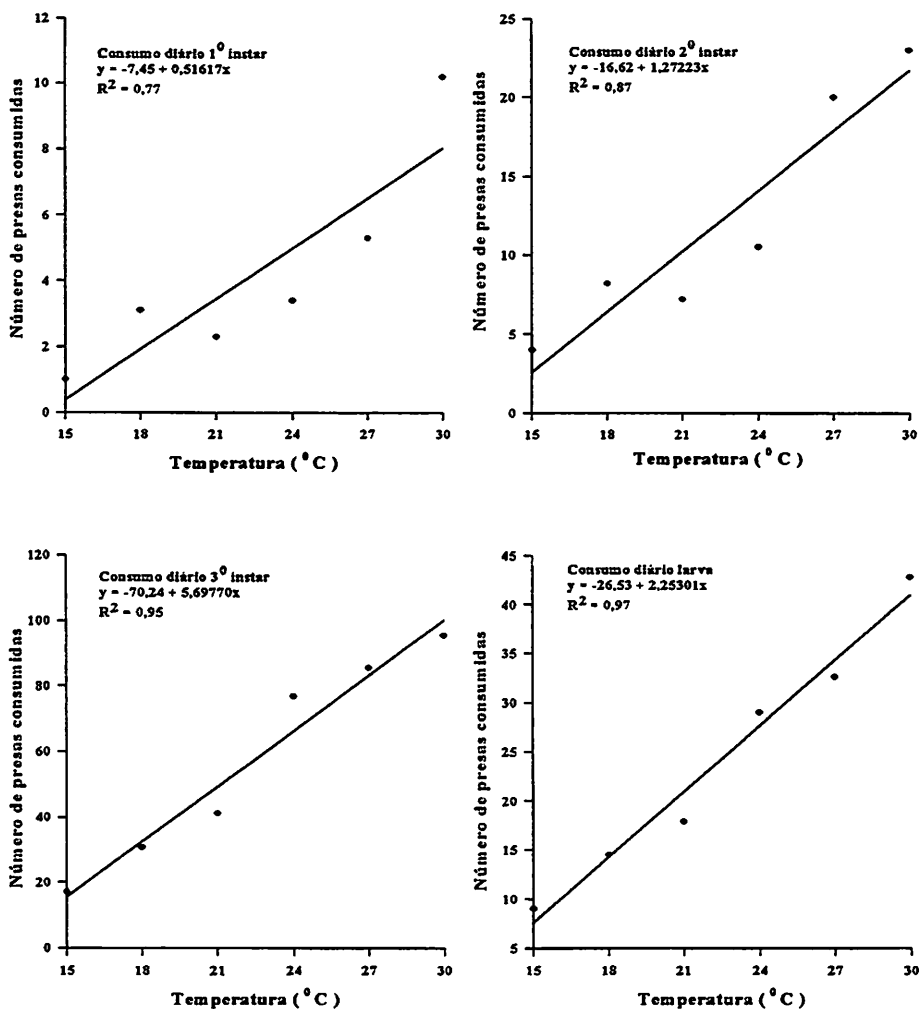


FIGURA 5 - Curvas de regressão ajustadas para o consumo médio diário de *Schizaphis graminum* por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e na fase larval, em função da temperatura. UR 70 ± 10 %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtido para os três instares e fase de larva aumentou em função do desenvolvimento, sendo que o primeiro instar evidenciou uma maior variação relacionada ao consumo da larva nesse estágio ( $R^2 = 0,77$ ). Entretanto, quando os dados referentes aos três instares foram analisados (fase de larva), obteve-se um elevado valor de  $R^2$  (= 0,97). Para o consumo médio diário, observou-se um aumento de aproximadamente cinco vezes na faixa de 15 °C para 30 °C. Resultados semelhantes foram obtidos por Figueira (1998), que avaliou o consumo de ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) por larvas de *C. externa* em diferentes temperaturas, constatando que o consumo diário foi três vezes maior quando as larvas foram criadas a 30 °C, em relação àquelas criadas a 15 °C.

Dessa forma, pode-se prever um aumento da capacidade de predação sob temperaturas mais elevadas, o que permite a manipulação do consumo, aspecto que assume elevada importância diante de uma eventual redução na disponibilidade de presas na criação de manutenção.

### 5.2.2 Consumo médio total

Os resultados correspondentes ao consumo total em cada instar e na fase larval encontram-se na Tabela 6 e Figura 6. O consumo alimentar aumentou a cada instar, assemelhando-se aos resultados obtidos por Ribeiro (1988), Chakrabarti *et al.* (1991), Zheng *et al.* (1993), López (1996), Scomparin (1997) e Maia (1998) para diversas espécies de crisopídeos.

O número médio total de presas consumidas no primeiro e segundo instares de *C. externa* a 24 °C foi relativamente baixo quando comparado aos resultados obtidos por Ribeiro (1988). Estudando o potencial de consumo dessa mesma espécie alimentada com *A. gossypii* a  $25 \pm 2$  °C, foram encontradas para o primeiro e segundo instares, as médias de 52,8 e 81,8 pulgões predados.

Contudo, os resultados obtidos para o terceiro instar e fase larval total (236,6 e 371,2 presas, respectivamente), aproximaram-se daqueles verificados na presente pesquisa.

Chakrabarti *et al.* (1991), estudando o potencial de consumo de *Cunctochrysa jubigensis* (Hölzel) alimentada com o afídeo *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) na temperatura de 23,6 °C, obtiveram, para o primeiro, segundo e terceiro instares, um consumo médio de 39,7; 67,1 e 137,7 pulgões, respectivamente. O número de presas consumidas no primeiro e segundo instares foi relativamente elevado, enquanto que para o terceiro instar foi inferior ao verificado para *C. externa* neste trabalho. As diferenças encontradas certamente estão correlacionadas com a espécie de presa utilizada e a adaptação do predador, pois algumas espécies de pulgões não permitem um desenvolvimento satisfatório das fases de larva e adulta em certos grupos de crisopídeos, como constatado por Canard (1970 e 1973) para *Chrysopa perla* (Linnaeus) alimentada com diversas espécies de pulgões.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 6, observou-se que o consumo de presas no terceiro instar foi cerca de 80 % superior aos do primeiro e segundo instares. Resultados semelhantes foram obtidos por López (1996) que estudou o potencial de consumo de *C. externa* e *Chrysoperla cincta* (Schneider, 1851) sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900). Em ambas as espécies, o número total de pulgões consumidos no terceiro instar foi superior ao observado nos dois primeiros.

TABELA 6 - Número médio total ( $\pm$  EP) de *Schizaphis graminum* consumidos por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e fase larval, em diferentes temperaturas. UR 70  $\pm$  10 %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Temperatura (°C)	Número médio total de pulgões consumidos $\pm$ EP			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase larval
15	11,8 $\pm$ 0,9	36,8 $\pm$ 1,5	239,4 $\pm$ 9,9	287,9 $\pm$ 9,5
18	24,7 $\pm$ 1,3	49,6 $\pm$ 2,9	264,2 $\pm$ 11,8	338,5 $\pm$ 14,0
21	12,9 $\pm$ 0,5	31,5 $\pm$ 2,2	218,0 $\pm$ 15,4	262,3 $\pm$ 16,6
24	13,7 $\pm$ 0,7	34,7 $\pm$ 1,7	266,2 $\pm$ 6,5	314,6 $\pm$ 6,8
27	20,5 $\pm$ 0,3	50,9 $\pm$ 3,6	260,2 $\pm$ 8,2	331,6 $\pm$ 9,1
30	31,3 $\pm$ 1,0	66,0 $\pm$ 4,5	315,8 $\pm$ 22,2	413,2 $\pm$ 23,6
CV (%)	20,5	24,0	18,7	16,7

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

O número total de *S. graminum* consumido por larvas de *C. externa* em seus três instares e na fase larval aumentou progressivamente, em função do aumento da temperatura (Tabela 6). Apesar da duração da fase larval ser superior sob temperaturas mais baixas (conforme página 43), expondo as larvas a um período mais longo de alimentação, constatou-se um maior consumo em temperaturas mais altas, provavelmente devido a um aumento progressivo no seu metabolismo, sob condições térmicas mais elevadas. Resultados opostos foram observados por Figueira (1998), quando constatou que o consumo total de

ovos do noctuídeo *A. argillacea* por larvas de *C. externa* diminuiu progressivamente com o aumento da temperatura. Esse fato foi atribuído a uma redução do período larval sob temperaturas mais elevadas, expondo as larvas a um período mais curto de alimentação.

Para a temperatura de 18 °C, em cada ínstar e na fase de larva, observou-se um aumento do consumo médio total em relação aos resultados obtidos a 15 e 21 °C. Atribui-se esse fato a uma maior sensibilidade da larva do crisopídeo a um aumento de 3 °C na temperatura de 15 °C, resultando em um maior consumo de pulgões.

Observou-se, para cada ínstar e para a fase de larva, um elevado aumento no consumo a 30 °C em relação às demais temperaturas. No primeiro ínstar houve um acréscimo de  $11,8 \pm 0,9$  para  $31,3 \pm 1,0$  pulgões consumidos, correspondendo a um aumento de 2,6 vezes no consumo. Esse aumento foi menor nos demais ínstars: cerca de duas vezes para o segundo e 0,3 vezes para o terceiro (Tabela 6). Notou-se, portanto, que a larva de primeiro ínstar é mais sensível às variações térmicas, aumentando consideravelmente seu consumo à medida em que a temperatura se eleva. Dessa forma, pode-se prever um maior consumo de presas em temperaturas mais elevadas.

As curvas ajustadas para o consumo médio total revelaram, para os três ínstars e para a fase de larva, uma estabilização nas temperaturas entre 15 e 24 °C, a partir da qual observou-se um aumento progressivo no número de presas consumidas (Figura 6). A dispersão dos dados (número de presas consumidas) em relação à curva obtida evidenciou, pelos valores de  $R^2$ , uma variação no consumo em função da temperatura, verificada especialmente no primeiro ínstar ( $R^2 = 0,62$ ).

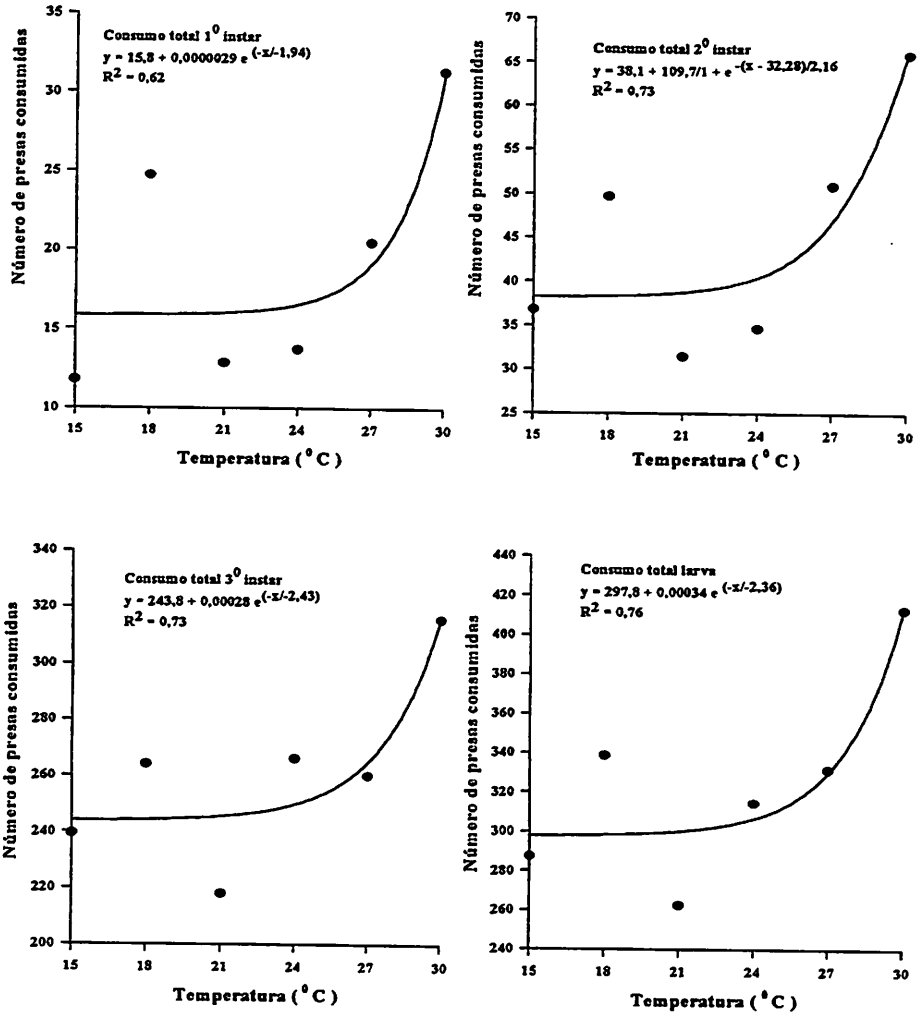


FIGURA 6 - Curvas de regressão ajustadas para o consumo médio total de *Schizaphis graminum* por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e na fase larval, em função da temperatura. UR 70 ± 10 %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.



## 6 Conclusões

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

- A temperatura afetou a duração e a viabilidade das fases imaturas de *C. externa*.
- Temperaturas mais elevadas aumentaram a velocidade de desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa*.
- O estágio de desenvolvimento das larvas de *C. externa* e a temperatura afetaram o número de pulgões consumidos pelas larvas.
- O pulgão *S. graminum* mostrou ser uma presa adequada ao desenvolvimento da fase jovem de *C. externa* mantida sob condições térmicas favoráveis, por permitir uma viabilidade relativamente alta e a obtenção de adultos morfológicamente normais.

## 7 Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life history and potential for biological control in Central and South América. **Biological Control**, v.4, n.2, p.8-13, 1994.
- AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). ESALQ: Piracicaba, 1986. 65p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).
- BUTLER Jr., G.D.; RITCHIE Jr.; P.L. Development of *Chrysopa carnea* at constant and fluctuating temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v.63, n.3, p.1028-1030, 1970.
- CANARD, M. Incidences de la valeur alimentaire de divers pucerons (Homoptera: Aphididae) sur le potentiel de multiplication de *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera: Chrysopidae). **Annales de Zoologie Écologie Animale**, v.2, n.3, p.345-355, 1970.
- CANARD, M. Influence de l'alimentation sur le développement, la fécondité et la fertilité d'un prédateur aphidiphage: *Chrysopa perla* (Linnaeus) (Neuroptera: Chrysopidae). Thèse du Doctorat d'État, Université Paul-Sabatier 547, Toulouse-France, 1973, 175p.

CARVALHO, C.F.; CIOCIOLA, A.I. Desenvolvimento, utilização e potencial de Neuroptera: Chrysopidae para controle biológico na América Latina. In: Simpósio de Controle Biológico, 5, Foz do Iguaçu, 1996. Anais... Curitiba: Sincobiol, p.294-303.

CHAKRABARTI, S.; DEBNATH, N.; GHOSH, D. Developmental, rate, larval voracity and oviposition of *Cunctochrysa jubigensis* (Neuroptera: Chrysopidae), an aphidophagous predator in the western Himalayas. In: POLGAR, L.; CHAMBERS, R.J.; DIXON, A.F.G. e HODEK, I. (Eds). **Behavior and Impact of Aphidophaga**, SPB Academic Publishing, The Netherlands, p.107-113, 1991.

FIGUEIRA, L.K. Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). UFLA: Lavras, 1998. 103p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).

GRAVENA, A.; CUNHA, H.F. Artrópodes predadores da cultura algodoeira - Atividade sobre *Alabama argillacea* (Hübner) com breves referências a *Heliothis* sp. (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletim Número 1 – Universidade Estadual Paulista, CEMIP, Departamento de Entomologia e Nematologia**, 46p, 1991.

HAGLEY, E.A.C. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), **The Canadian Entomologist**, v.121, n.4/5, p.309-315, 1989.

\* HASSAN, S.A.; KLINGAUF, F.; SHARIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, v.100, n.2, p.163-174, 1985.

LÓPEZ, C. C. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Homoptera: Aphididae). Jaboticabal: FCAV, 1996. 96p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).

MAIA, W.J.M.S. Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. UFLA: Lavras, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).

NÚÑEZ, Z.E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomologia*, v.31, p.76-82, 1988.

PEÑA-MARTÍNEZ, R. Afidos como vetores de vírus en México. Identificación de afidos de importância agrícola. México: Centro de Fitopatologia, v.2, 135p, 1992.

RIBEIRO, M.J. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, 1988. 131p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).

SCOMPARIN, C.H.J. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) e seu potencial no controle biológico do percevejo de renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) (Hemiptera: Tingidae). Unesp, 1997. 147p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).

SMITH, R.C. The biology of the Chrysopidae. **Cornell University Agriculture Experimental Station**, v.58, p.1286-1375, 1922.

TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J.; NECHOLS, J.R. Thermal requirements for development in *Chrysopa oculata*: a geographically stable trait. **Ecology**, v.65, n.5, p.1479-1487, 1987.

VENZON M., CARVALHO, C.F. Desenvolvimento larval, pré-pupal e pupal de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.3, p.477-483, 1993.

ZHENG, Y.; HAGEN, K.S.; DAANE, K.M.; MITTLER, T.E. Influence of larval dietary supply on the food consumption, food utilization efficiency, growth and development of lacewing *Chrysoperla carnea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n.67, p.1-7, 1993.



## CAPÍTULO 3

### RESPOSTA FUNCIONAL DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) ALIMENTADA COM *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852)

#### 1 Resumo

Objetivou-se estudar a resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) em cinco densidades de presas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e dez repetições. Os ensaios foram conduzidos em câmaras climáticas à  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas. Observou-se para os três ínstar e fase de larva, um maior consumo em função do aumento na densidade de presas oferecidas, porém, houve uma tendência de estabilização no consumo a partir de uma densidade média de presas, exceto para o primeiro ínstar, que apresentou um aumento constante no consumo de pulgões. A duração obtida para o primeiro e segundo ínstar, e para a fase de larva, aumentou em função do aumento na disponibilidade de presas oferecidas. Entretanto, no segundo ínstar, a duração diminuiu em função desse aumento. Os resultados evidenciaram para o 1º, 2º e 3º ínstar e toda a fase de larva um resposta funcional Tipo II. Para a densidade média de presas oferecidas foi avaliado o tempo de busca e manuseio. O menor tempo de busca foi verificado para larvas de segundo e terceiro ínstar, tendo o primeiro ínstar apresentado o maior tempo de manuseio.

---

\*Orientador: César Freire Carvalho - UFLA.

## 2 Abstract

It was intended to study the functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen) fed *Schizaphis graminum* (Rondani) under five densities of preys. The experimental design was completely randomized with five treatments and ten replications. The trials were conducted in climatic chambers at  $25 \pm 1$  °C, RH of  $70 \pm 10\%$  and photophase of 12 hours. To the three instars and larval stage an increased consumption in function of the increase in the density of preys fed was observed, but, there was a stabilization trend in consumption from a average density of preys, except for the first instar which presented a constant increase in aphid consumption. The duration achieved for both the first and second instars, and larval phase, increased in function of increased availability of preys fed. However, in the second instar, the duration decreased in function of that increase. The results became evident for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instars and the larval stage a functional Type II response. To the average density of preys offered, the search and handling time was evaluated. The shortest search time was verified for second and third instar larvae, the first instar having posed the greatest handling time.

---

\*Adviser: César Freire Carvalho – UFLA

### 3 Introdução

Atualmente os crisopídeos têm recebido uma maior atenção por inúmeros pesquisadores em todo o mundo e são considerados como organismos eficientes de controle biológico de alguns insetos-praga. O seu potencial como agentes de controle, seu emprego em cultivos em casa de vegetação e campo encontram-se reportados em muitas pesquisas (Ridgway e Jones, 1968 e 1969; Scopes, 1969; Rautapää, 1977; Hassan *et al.*, 1985; Núñez, 1988; Hagley e Allen, 1990; Daane *et al.*, 1996; Daane e Yokota, 1997).

Segundo Ridgway e Kinzer (1974), a manipulação de populações de crisopídeos através da produção massal para posterior liberação e o uso de suplementos alimentares e outros atraentes são métodos potenciais para estabelecer números adequados de predadores para se proporcionar níveis satisfatórios de controle de pragas. Porém, para que um programa de controle biológico seja eficiente, estudos prévios envolvendo aspectos relacionados à dinâmica predador-presa são necessários. Tulisalo (1984) mencionou que o progresso no uso prático de manipulações de crisopídeos tem sido limitado em grande parte pela falta de conhecimento da dinâmica populacional das pragas e de seus inimigos naturais nos diversos agroecossistemas.

De acordo com O'Neil (1990), as respostas dos predadores às mudanças na densidade de suas presas influenciam significativamente a relação entre eles. Holling (1961) citou a densidade de presas e de predadores como duas variáveis que afetam o número de presas atacadas, dando origem a dois componentes básicos de predação, isto é, a resposta funcional e a resposta numérica.

Todo inseto necessita de uma quantidade mínima de alimento para se manter, crescer e reproduzir. Assim, um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento no consumo, pois as oportunidades de encontro serão maiores, sendo o tipo de resposta definida como resposta



funcional. Conseqüentemente, uma população de predadores saciada por uma grande disponibilidade de presas terá maior chance de sobreviver e se reproduzir com sucesso, o que resultará em um aumento populacional, sendo essa a resposta numérica (Solomon, 1949).

A resposta funcional de predadores pode ser classificada em três categorias originalmente sugeridas por Holling (1959): Tipo I, em que há um aumento linear até um máximo no número de presas consumidas por predador, à medida em que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há um aumento no número de presas consumidas em função de uma maior disponibilidade de presas até uma determinada densidade, na qual a intensidade de ataque diminui, tendendo a um certo nível de estabilidade e Tipo III, no qual a resposta é sigmóide, aproximando-se de uma assíntota superior (conforme capítulo 1, página 18, figura 1).

Devido a inexistência de informações envolvendo aspectos dessa natureza relacionados às espécies sul americanas de crisopídeos, os objetivos deste trabalho foram estudar a resposta funcional, a duração e o tempo de busca e de manuseio dos três instares e fase de larva de *C. externa* alimentada com o pulgão *S. graminum* em diferentes densidades.

## **4 Material e Métodos**

### **4.1 Resposta funcional**

O estudo da resposta funcional dos três instares e fase de larva de *C. externa* foi realizado com 10 larvas recém-eclodidas para cada densidade de presa oferecida. As larvas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, vedados com pvc laminado perfurado com

alfinete para aeração e mantidas em câmara climática à  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10$  % e fotofase de 12 horas.

Como o número de presas consumidas pelas larvas aumentou consideravelmente à medida em que ocorreram as mudanças dos ínstars, o número médio de presas a serem oferecidas foi estipulado para cada ínstar, separadamente. Portanto, para se determinar as densidades usadas, foi conduzido um ensaio preliminar no qual se determinou o consumo médio diário de pulgões por ínstar. Nesse ensaio também utilizou-se 10 larvas criadas da maneira descrita anteriormente.

TABELA 1 - Densidades de *Schizaphis graminum* oferecidas às larvas de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> ínstars de *Chrysoperla externa* em condições de laboratório. Temperatura de  $25 \pm 1$  %, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Densidade do pulgão	N <sup>o</sup> de pulgões oferecidos por ínstar		
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>
1	2	10	30
2	4	15	65
3	6	20	100
4	8	25	135
5	10	30	170

Assim, a partir da determinação do consumo médio diário, foi estipulado para cada ínstar, cinco densidades diferentes de ninfas de terceiro e quarto instares de *S. graminum* a serem oferecidas, sendo: duas densidades em número abaixo do consumo médio diário, o consumo médio diário e duas acima desse consumo (Tabela 1).

Os pulgões predados em cada densidade foram contados diariamente e retirados do tubo, juntamente com os sobreviventes. Após a limpeza recipiente de criação, foi fornecido às larvas um número conhecido de pulgões, de acordo com a densidade testada. Para se fornecer às larvas um tamanho padronizado de presas, foi usada a metodologia descrita no capítulo 2, página 39.

#### **4.2 Tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador**

O tempo de busca e de manuseio da presa pelo predador foi avaliado quando se ofereceu a densidade média de presas (6, 20 e 100 pulgões) para cada ínstar, respectivamente, em 10 repetições, 24 horas após a eclosão da larva, para o primeiro ínstar, e 24 horas após as ecdises para o segundo e terceiro instares.

Para cada repetição, foi utilizado o mesmo tipo de recipiente citado no ítem 2.1. No interior de cada tubo foram colocadas, juntamente com a larva do predador, as diferentes densidades de presas de acordo com o ínstar em questão. Cronometrou-se o tempo em que o predador ficou exposto à presa até a sua captura (tempo de busca) e o tempo em que o predador ficou em contato com a presa, alimentando-se desta (tempo de manuseio).

#### **4.3 Análise estatística**

Para avaliar a resposta funcional, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco densidades diferentes de presas testadas para cada ínstar (Tabela 1). As análises de variância e de regressão polinomial foram realizadas

para o delineamento considerado. Os dados referentes ao tempo de busca e de manuseio foram submetidos ao teste de médias. As análises foram realizadas através do Programa “SAS for Windows”, adotando-se os níveis de significância de 5 e 1 %.

Para que as análises de regressão relacionadas à fase de larva pudessem ser realizadas, foi necessário estipular o número médio total de pulgões fornecidos durante toda a fase de larva em cada densidade testada. Para tanto, formulou-se a seguinte equação:

$$N_{(1 \text{ a } 5)} = (d_1 \times de_1) + (d_2 \times de_2) + (d_3 \times de_3)$$

sendo:

$N_{(1 \text{ a } 5)}$  = número médio total de presas consumidas em cada densidade, durante a fase de larva;

$d_{(1 \text{ a } 3)}$  = duração média de cada um dos três instares;

$de_{(1 \text{ a } 3)}$  = densidade de presas oferecidas em cada um dos três instares.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Resposta funcional

Os resultados referentes ao consumo e duração dos três instares e da fase de larva de *C. externa* nas diferentes densidades de *S. graminum* encontram-se nas Tabelas 2 e 3, enquanto as equações de regressão referentes a duração encontram-se na Figura 1. Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes ao tempo de busca e de manuseio. A resposta funcional de *C. externa* às diferentes densidades de *S. graminum* é apresentada na Figura 2. Os resumos das

análises de variância relativos aos dados das Tabelas 2 e 3 encontram-se nas Tabelas 3A e 4A.

### 5.1.1 Potencial de consumo e duração da fase de larva

De um modo geral, observou-se, para os três instares e para a fase de larva, um maior consumo de presas em função do aumento da densidade (Tabela 2). Esses resultados aproximam-se daqueles obtidos por Zheng *et al.* (1993) que, trabalhando com larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) em densidades inferiores, intermediárias e superiores à sua capacidade de consumo, observaram que aquelas que receberam ovos em abundância em cada instar consumiram quase o dobro, em comparação àquelas às quais foi fornecida uma baixa densidade de presas. Segundo Garcia (1990), um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento no consumo, uma vez que as oportunidades de encontro para ataque da presa serão maiores. No entanto, esse aumento é limitado pela própria saciação do predador, ou seja, um predador não é capaz de consumir um número adicional de presas, após saciado.

Para o primeiro instar, constatou-se, de modo geral, um aumento no consumo em função do aumento na densidade de presas oferecidas, mostrando que, provavelmente, a larva se satisfaz somente na maior densidade. Os resultados obtidos para o segundo e terceiro instares, e para a fase de larva, mostraram um aumento expressivo no número de presas consumidas até a densidade 3, a partir da qual, observou-se uma tendência de estabilização, embora um pequeno aumento tenha ocorrido na densidade 5. Esses resultados mostraram ser na densidade 3 que o predador é saciado, ingerindo um número adequado de presas necessárias ao seu desenvolvimento normal.

TABELA 2 - Número médio total ( $\pm$  EP) de *Schizaphis graminum* em diferentes densidades, consumidos por larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares e na fase de larva. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Densidades oferecidas	Número médio de pulgões consumidos			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase de larva
1	5,7 $\pm$ 0,6	20,7 $\pm$ 1,6	107,2 $\pm$ 5,8	133,6 $\pm$ 5,6
2	10,0 $\pm$ 0,0	38,0 $\pm$ 2,9	159,1 $\pm$ 7,6	206,1 $\pm$ 8,0
3	13,1 $\pm$ 0,7	41,8 $\pm$ 1,8	257,7 $\pm$ 13,1	312,6 $\pm$ 12,3
4	11,5 $\pm$ 0,7	39,9 $\pm$ 1,7	260,6 $\pm$ 16,0	312,0 $\pm$ 16,0
5	16,6 $\pm$ 0,6	40,2 $\pm$ 1,7	279,0 $\pm$ 13,8	336,1 $\pm$ 13,5
CV (%)	20,0	18,6	18,7	15,0

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

Nordlund e Morrison (1990), estudando a resposta funcional de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover, 1876 (2, 4, 6, 8 e 10 pulgões), obtiveram, para o segundo instar, um consumo médio de 1,4; 2,8; 3,5; 6,0 e 7,5 pulgões nos primeiros sessenta minutos. Para o terceiro instar, utilizando-se as mesmas densidades e tempo de avaliação, obteve-se, em média, consumo de 2,0; 3,5; 5,3; 7,6 e 8,6 pulgões. Esses resultados evidenciaram um aumento contínuo no consumo, em função de uma maior disponibilidade de presas.

TABELA 3 - Duração média (dias) dos três instares e da fase de larva de *Chrysoperla externa* alimentada com diferentes densidades de *Schizaphis graminum*. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Densidades oferecidas	Duração média (dias)			
	1º instar	2º instar	3º instar	Fase de larva
1	3,0 ± 0,1	3,8 ± 0,1	4,1 ± 0,2	10,8 ± 0,5
2	3,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	3,8 ± 0,3	11,1 ± 0,3
3	3,6 ± 0,0	3,3 ± 0,1	4,9 ± 0,1	11,5 ± 0,2
4	4,0 ± 0,0	3,1 ± 0,1	4,9 ± 0,2	12,0 ± 0,2
5	4,0 ± 0,0	3,1 ± 0,1	4,9 ± 0,2	12,0 ± 0,2
CV (%)	6,5	10,1	15,2	7,7

CV = Coeficiente de variação

EP = Erro padrão

Com relação à duração de cada estágio avaliado, verificou-se, para o segundo instar, que as larvas alimentadas nas maiores densidades de pulgões desenvolveram-se em um período menor, comparadas às alimentadas nas menores densidades (Tabela 3 e Figura 1B). Portanto, houve um decréscimo de 17 horas aproximadamente na duração observada para a densidade 5 (30 pulgões) em relação à observada para a densidade 1 (10 pulgões). Resultados semelhantes foram obtidos por Zheng *et al.* (1993) que, estudando o consumo de ovos de *A. kuehniella* por *C. carnea* em densidades baixas, intermediárias e altas, observaram que as larvas alimentadas com altas densidades de ovos

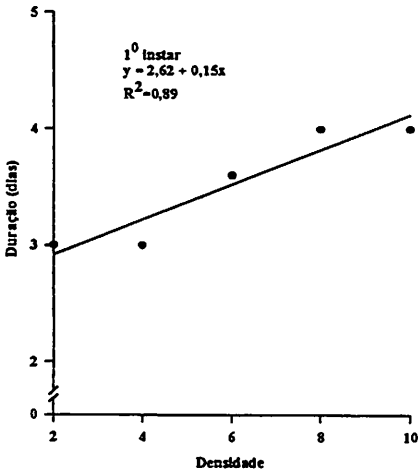
desenvolveram-se em um período menor quando comparadas àquelas alimentadas nas menores densidades de presas.

A duração obtida para o primeiro e o terceiro ínstaes e para a fase de larva (Figuras 1A, 1C e 1D) aumentou em função do aumento na densidade de presas oferecidas, com uma tendência de estabilização nas três últimas densidades testadas. Para o primeiro instar, observou-se um aumento de cerca de 24 horas na duração obtida para a maior densidade de presas em relação à obtida para a menor densidade. Para o terceiro instar e fase de larva, esse aumento foi, aproximadamente, de 19 e 29 horas, respectivamente. Atribui-se essa redução sob baixa densidade de presas, ao fato de a larva completar seu ciclo mais rapidamente em condições adversas ao seu desenvolvimento, visando, desta forma, sobreviver a este período crítico, caracterizado por uma escassez de alimento. Deve-se, porém, salientar que certamente o consumo de uma quantidade mínima de alimento pela larva foi necessário para promover esse aumento na velocidade de desenvolvimento.

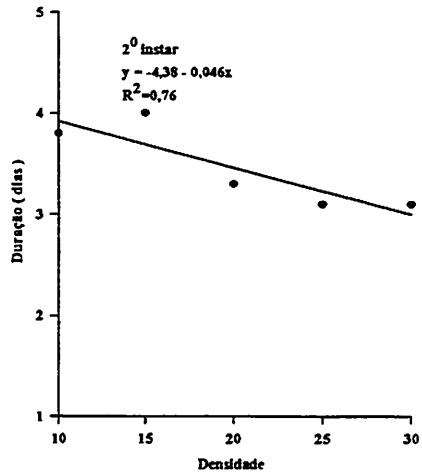
Esses resultados evidenciaram que é necessário o desenvolvimento de pesquisas nessa área, avaliando-se o potencial reprodutivo dos crisopídeos quando suas larvas forem submetidas a diferentes regimes alimentares (tipo de presa) e também em função da densidade.



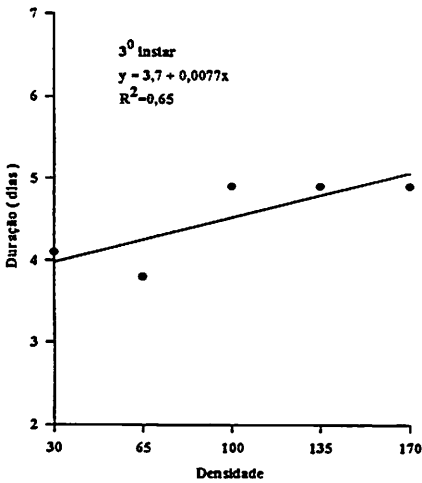
(A)



(B)



(C)



(D)

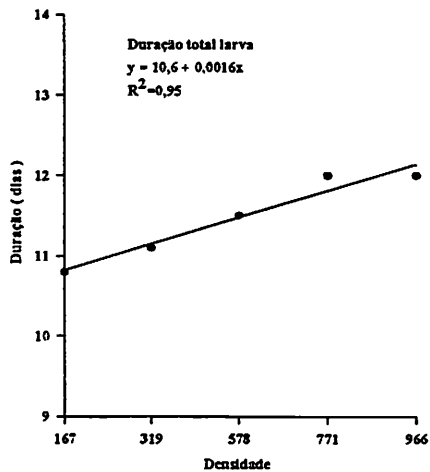


FIGURA 1 - Curvas de regressão ajustadas para a duração dos três instares e fase de larva de *Chrysoperla externa* em função das diferentes densidades de *Schizaphis graminum*. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

### 5.1.2 Resposta funcional, tempo de busca e de manuseio

Os resultados obtidos permitiram o ajustamento de um modelo matemático, utilizando-se análise de regressão para estimar a relação entre o número de presas consumidas e a densidade de presas oferecidas (Figura 2). Evidenciou-se para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes e toda a fase de larva uma resposta funcional do Tipo II, conforme sugerido por Holling (1959), na qual o número de presas atacadas por um predador aumenta rapidamente devido a uma maior da disponibilidade de presas, sofrendo redução gradativa até atingir certa estabilidade (platô). Esse tipo de resposta foi mais evidente para o segundo e terceiro ínstaes e para a fase de larva (Tabela 2 e Figuras 2B, 2C, 2D), em que foi observada uma tendência de estabilização no consumo, nas três densidades mais elevadas. Essa estabilização foi menos evidente no primeiro ínstar (Tabela 2 e Figura 2A), apresentando uma tendência de aumento linear no consumo de presas, provavelmente devido a alta voracidade da larva nesse estágio. Embora tenham sido efetuados ensaios preliminares para a determinação do consumo médio diário para cada ínstar, esses resultados sugerem que as densidades de presas utilizadas no primeiro ínstar foram inferiores à capacidade de predação das larvas nesse estágio de desenvolvimento.

Segundo Hull *et al.* (1976) e Hassell (1977), um aumento linear no consumo de presas não é coerente, pois nenhum predador apresenta apetite ilimitado, devendo haver uma determinada densidade de presa, a partir da qual sua capacidade de consumo poderá não mais aumentar.

Os resultados obtidos neste trabalho assemelharam-se àqueles verificados por Nordlung e Morrison (1990), em que o crisopídeo *C. rufilabris*, alimentando-se do pulgão *A. gossypii*, apresentou uma resposta funcional do Tipo II, porém, nas densidades de presas testadas, não foi alcançado nenhum platô. Entretanto, sob densidades de presas mais elevadas, observou-se uma tendência de estabilização do consumo. Utilizando a mesma espécie de presa,

Kabissa *et al.* (1996) estudaram a resposta funcional dos crisopídeos *Mallada desjardinsi* (Navás) e *Chrysoperla congrua* (walker), obtendo, para ambos os predadores, uma resposta funcional do Tipo II, que é comumente constatada entre os insetos predadores (Morris, 1963 e Holling, 1961), e se ajusta aos estudos realizados com outras espécies, tais como os coccinélidos *Stethorus punctum* (LeConte) (Hull *et al.*, 1976) e *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise) (Vieira, 1995), os percevejos *Podisus maculiventris* Say (O'Neil, 1989), *Podisus connexivos* Bergroth {= *P. nigrispinus* (Dallas, 1851)} (Alencar e Ramalho, 1995), *Dicyphus tamanini* Wagner (Fenili e Alomar, 1997) e *P. nigrispinus* (Dallas, 1851) (Santos e Ramalho, 1997).

O tempo de busca refere-se ao período em que a presa ficou exposta ao predador até a sua captura e o tempo de manuseio refere-se ao período em que o predador ficou em contato com a presa, alimentando-se dela.

De acordo com a Tabela 4, observou-se que o tempo de busca e de manuseio de presas por larvas de primeiro ínstar foi significativamente maior quando comparado aos resultados dos demais instares. Isto ocorreu, provavelmente, devido à maior densidade de presas oferecidas nos instares posteriores, aumentando, assim, a probabilidade de encontro da presa com o predador, uma vez que foram utilizados recipientes de criação nas mesmas dimensões, independente do estágio de desenvolvimento da larva. Acrescente-se ainda o fato de o volume corporal do predador sofrer aumentos significativos a cada ínstar, levando-o a uma sucção mais rápida da hemolinfa da presa, com conseqüente redução do tempo de manuseio. No primeiro ínstar, o volume corporal da presa é superior ao da larva, que se alimenta por mais tempo. Segundo Holling (1959), o tempo de manuseio é uma característica geral do comportamento predatório e tem importante efeito sobre a resposta funcional.

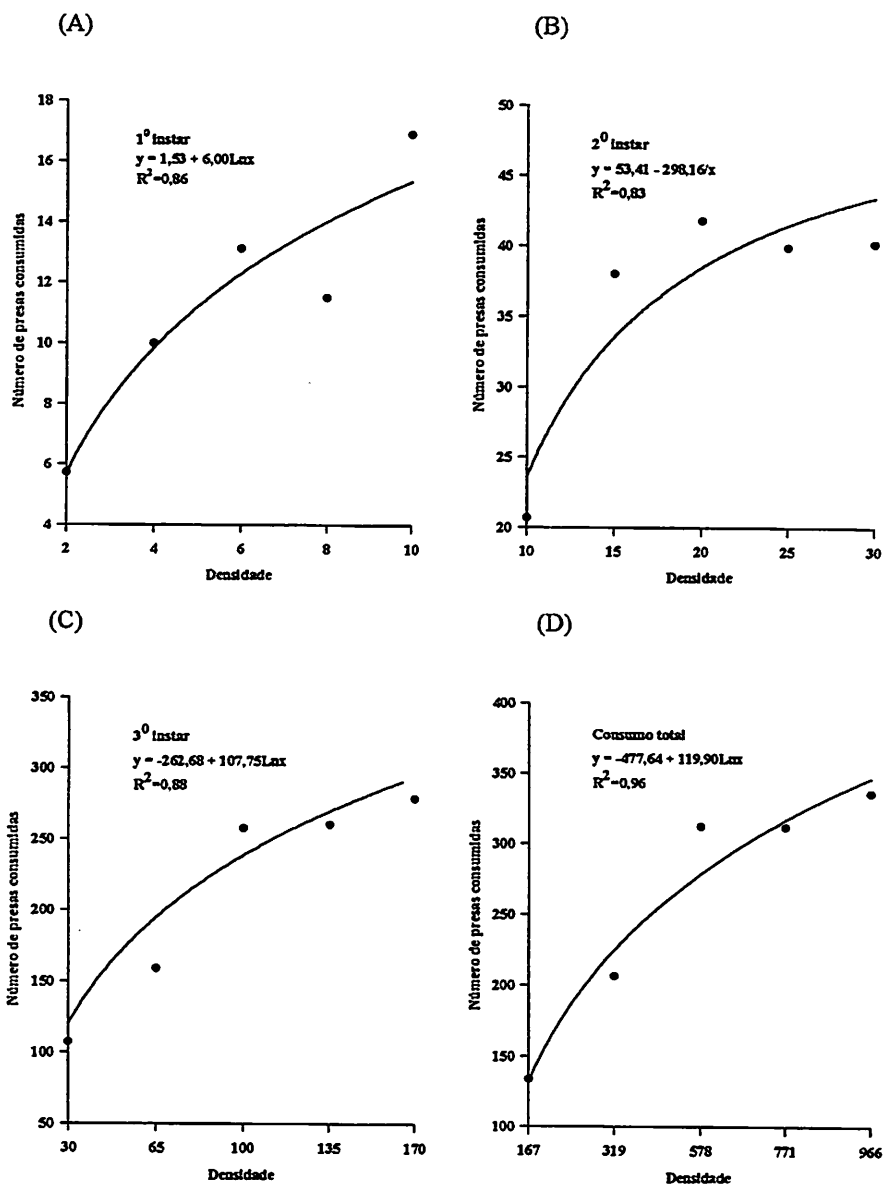


FIGURA 2 - Resposta funcional de cada instar e da fase de larva de *Chrysoperla externa* em diferentes densidades de *Schizaphis graminum*. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

TABELA 4 - Tempo médio de busca e manuseio (minutos e segundos) de larvas de *Chrysoperla externa* nos três instares, para *Schizaphis graminum*. Temperatura de  $25 \pm 1$  °C, UR  $70 \pm 10$  %, fotofase de 12 horas. Lavras - MG, 1999.

Ínstar	Tempo médio	
	Busca	Manuseio
1º	43' 13'' a	35' 14'' a
2º	7' 52'' b	11' 27'' b
3º	13' 20'' b	8' 30'' b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Embora o teste de médias não tenha detectado diferenças significativas para o tempo de busca e de manuseio observado para o segundo e terceiro instares, verificou-se para larvas de segundo ínstar um menor tempo de busca, o que atribui-se ao fato de as larvas, nesse estágio de desenvolvimento, apresentarem uma busca mais ativa por pulgões. O menor tempo de manuseio foi observado para as larvas de terceiro ínstar, provavelmente por essas larvas apresentarem um volume corporal superior quando comparado ao volume da presa, levando menos tempo para se alimentar de uma presa individualmente. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Nordlung e Morrison (1990), que estudaram o tempo de manuseio de lagartas de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (= *Helicoverpa*) e ovos *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), por larvas de *C. rufilabris*. Foi verificado que o tempo de manuseio obtido para

as lagartas, que são ágeis e maiores, em relação ao encontrado para os ovos de *S. cerealella*, foi cerca de duas vezes mais longo.

O estudo sobre os aspectos básicos envolvidos na interação predador-presa, tais como a resposta funcional e o tempo de busca e de manuseio é de fundamental importância, pois o conhecimento de tais fatores pode determinar a contribuição de um predador para a dinâmica populacional de uma espécie-praga e identificar a densidade a partir da qual a praga escaparia do controle do predador.

## 6 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que:

- A densidade de presas disponíveis afetou o consumo e a intensidade de ataque por larvas de *C. externa*.
- A densidade de presas afetou a duração da fase de larva de *C. externa*.
- O tempo de busca e de manuseio foi afetado pelo estágio de desenvolvimento das larvas de *C. externa*.
- O tempo de busca e de manuseio afetou o resposta funcional de *C. externa*.

## 7 Referências Bibliográficas

- ALENCAR, S.B.; RAMALHO, F.S. Resposta funcional do predador *Podisus connexivus* à densidade de *Alabama argillacea*. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 6, Simpósio Integrado de Manejo de Pragas, 2, Caxambu-MG, 1995. Resumos... Lavras: SEB, p.359.
- DAANE, K.M.; YOKOTA, G.Y.; ZHENG, Y.; HAGEN, K.S. Inundative release of common green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to suppress *Erythroneura variabilis* and *E. elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) in vineyards. *Annals of the Entomological Society of America*, v.25, n.5, p.1224-1235, 1996.
- DAANE, K.M.; YOKOTA, G.Y. Release strategies affect survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs. *Environmental Programs*, v.26, p.455-464, 1997.
- FENILI, R.; ALOMAR, O. Respuesta funcional del depredador *Dicyphus tamanini* Wagner (Heteroptera: Miridae) ante diferentes densidades de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Homoptera: Aphididae). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 7. Salvador-BA, 1997. Resumos... Salvador: SEB, p.106, 1997.

- \* GARCIA, M.A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p.289-311, 1990.
- HAGLEY, E.A.C.; ALLEN, W.R. The green apple aphid, *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), as prey of polyphagous arthropod predators in Ontario. **The Canadian Entomologist**, v.122, p.1221-1228, 1990.
- HASSAN, S.A.; KLINGAUF, F.; SHARIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.100, n.2, p.163-174, 1985.
- HASSEL, M.P.; LAWTON, J.H.; BEDDINGTON, J.R. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. **Journal of Animal Ecology**, v.46, p.249-262, 1977.
- HOLLING, C.S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v.91, n.7, p.385-398, 1959.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.163-182, 1961.
- HULL, L.A.; ASQUITH, D.; MOMERY, P.D. The functional responses of *Stethorus punctum* to densities of the European red mite. **Environmental Entomology**, v.6, n.1, p.85-90, 1976.



- KABISSA, J.C.B.; YARRO, J.G.; KAYUMBO, H.Y.; JULIANO, S.A.  
Functional responses of two chrysopid feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *Entomophaga*, v.41, n.2, p.141-151, 1996.
- MORRIS, R.F. The effect of predator age and prey defense on the functional response of *Podisus maculiventris* Say to density of *Hyphantria cunea* Drury. *The Canadian Entomologist*, v.95, p.1009-1018, 1963.
- NORDLUNG, D.A.; MORRISON, M.J. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.57, p.237-242, 1990.
- NÚÑEZ, Z.E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomologia*, v.31, p.76-82, 1988.
- O'NEIL, R.J. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, v.62, n.2, p.148-155, 1989.
- O'NEIL, R.J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. In: **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. Alan Reliss, Inc., p.83-86, 1990.

- RAUTAPÄÄ, J. Evaluation of predator-prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. in control of *Rhopalosiphum padi* (L.). *Annales Agriculturae Fenniae*, v.16, p.103-109, 1977.
- RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. Field-cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of bollworm on cotton. *Journal of Economic Entomology*, v.61, n.4, p.892-898, 1968.
- RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. Inundative releases of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. *Journal of Economic Entomology*, n.62, n.1, p.177-180, 1969.
- RIDGWAY, R.L.; KINZER, R.E. Chrysopids as predators of crop pests. *Entomophaga*, v.7, p.45-51, 1974.
- SANTOS, T.M.; RAMALHO, F.S. Resposta funcional de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 7. Salvador-BA, 1997. Resumos... Salvador: SEB, 1997, p.125.
- SCOPES, N.E.A. The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouses *Chrysantemus*. *Annals of Applied Biology*, v.64, n.7, p.433-439, 1969.
- SOLOMON, M.E. The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology*, v.18, p.1-35, 1949.

TULISALO, U. Mass rearing techniques. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. Dr. W. Junk Publisher, The Hague, p.213-220, 1984.

VIEIRA, G.F. Resposta funcional e numérica de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). UFLA: Lavras, 1995. 66p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).

ZHENG, Y.; DAANE, K.M.; HAGEN, K.S.; MITTLER, T.E. Influence of larval food consumption on the fecundity of the lacewing *Chrysoperla carnea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. v.67, p.9-14, 1993.

## ANEXO

ANEXO A		Página
TABELA 1A-	Resumo das análises de variância para a duração das fases do desenvolvimento de <i>Chrysoperla externa</i> alimentada com <i>Schizaphis graminum</i> em função da temperatura. Lavras – MG, 1999.....	89
TABELA 2A	Resumo das análises de variância para o consumo médio diário e total de <i>Schizaphis graminum</i> por larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em função da temperatura. Lavras – MG, 1999.....	90
TABELA 3A	Resumo das análises de variância para o consumo de <i>Schizaphis graminum</i> por larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em função das densidades de presas oferecidas. Lavras – MG, 1999.....	91
TABELA 4A	Resumo das análises de variância para a duração dos três instares e fase de larva de <i>Chrysoperla externa</i> alimentada com <i>Schizaphis graminum</i> em função das densidades de presas oferecidas. Lavras – MG, 1999.....	91
TABELA 5A	Resumo das análises de variância para a duração média do tempo de busca (TB) e manuseio (TM) de <i>Schizaphis graminum</i> por larvas de <i>Chrysoperla externa</i> . Lavras – MG, 1999.....	92

TABELA 1A - Resumo das análises de variância para a duração das fases do desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em função da temperatura. Lavras - MG, 1999.

Fase do desenvolvimento	QM e significância					
	G.L.	Temperatura	Temperatura	C.V.	Média geral	G.L. Resíduo
Ovo	5	458,4266**	8,16	7,73	84	0,3984
1º instar	5	184,9129**	13,24	6,24	81	0,6835
2º instar	5	105,4918**	10,43	4,89	79	0,2606
3º instar	5	234,6947**	20,26	6,07	74	1,5145
Fase de larva	5	1344,3593**	8,06	16,79	74	1,8323
Pré-pupa	5	265,9314**	14,28	6,52	71	0,8671
Pupa	5	534,9029**	14,42	11,03	63	2,5306
Ovo a adulto	2	8026,6769**	7,22	40,53	66	8,5678

\*\* Significativo ao nível de 1 % pelo teste de F.

TABELA 2A - Resumo das análises de variância para o consumo médio diário e total de *Schizaphis graminum* por larvas de *Chrysoperla externa* em função da temperatura. Lavras - MG, 1999.

Fases do desenvolvimento	QM e significância					
	G.L. Temperatura	Temperatura	C.V.	Média geral	G.L. Resíduo	Resíduo
Consumo médio diário						
1º ínstar	5	146,5422**	24,25	4,21	78	1,0439
2º ínstar	5	760,6465**	32,64	11,89	76	15,06673
3º ínstar	5	12310,4300**	32,64	59,97	71	225,7656
Fase de larva	5	1859,6810**	18,78	25,09	70	22,21290
Consumo médio total						
1º ínstar	5	895,4065**	20,50	19,16	81	15,4409
2º ínstar	5	2272,5233**	24,01	44,21	79	112,7034
3º ínstar	5	13517,9966**	18,72	260,06	74	2371,7122
Fase de larva	5	21907,6271**	16,75	322,39	74	2916,2007

\*\* Significativo ao nível de 1 % pelo teste de F.

TABELA 3A - Resumo das análises de variância para o consumo de *Schizaphis graminum* por larvas de *Chrysoperla externa* em função das densidades de presas oferecidas. Lavras - MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	QM e significância		
		1º Instar	2º Instar	3º Instar
Densidade	4	168,9800**	761,2700**	56795,7700**
Resíduo	45	5,2533	45,1155	1582,0222
C.V.		20,03	18,59	18,70
Média geral		11,44	36,12	212,72
		Fase de larva		
		260,08		

\*\* Significativo ao nível de 1 % pelo teste de F.

TABELA 4A - Resumo das análises de variância para a duração dos três instares e da fase de larva de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* em função das densidades de presas oferecidas. Lavras - MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	QM e significância		
		1º Instar	2º Instar	3º Instar
Densidade	4	2,5200**	1,7300**	2,8200**
Resíduo	45	0,0533	0,1222	0,4711
C.V.		6,56	10,10	15,18
Média geral		3,52	3,46	4,52
		Fase de larva		
		2,8700*		
		0,7778		
		7,68		
		11,48		

\* e \*\* Significativo aos níveis de 5 e 1 % pelo teste de F.

TABELA 5A - Resumo das análises de variância para a duração média do tempo de busca (TB) e manuseio (TM) de *Schizaphis graminum* por larvas de *Chrysoperla externa*. Lavras - MG, 1999.

Causas da variação	QM e significância		
	G.L.	T.B.	T.M.
Ínstar	2	2074,062*	1454,943**
Resíduo	27	266,0875	103,4309
C.V.		54,60	33,97
Média geral		29,87	29,93

\* e \*\* Significativo aos níveis de 5 e 1 % pelo teste de F.