



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E
COMPORTAMENTO DE *Chrysoperla externa*
(Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM
DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

LUCIANO PACELLI MEDEIROS MACEDO

2001

51654

MCU 36452

LUCIANO PACELLI MEDEIROS MACEDO

**DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E COMPORTAMENTO DE
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM
DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

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

Orientadora
Prof. Brígida Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

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

Macedo, Luciano Pacelli Medeiros

Desenvolvimento, reprodução e comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições ambientais / Luciano Pacelli Medeiros Macedo. -- Lavras : UFLA, 2001.

78p. : il.

Orientadora: Brígida Souza.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Chrysoperla externa*. 2. Capacidade reprodutiva. 3. Aspecto biológico. 4. Casa de vegetação. 5. *Aphis gossypii*. 6. Fotoperíodo. 7. Algodão. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.747

LUCIANO PACELLI MEDEIROS MACEDO

**DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E COMPORTAMENTO DE
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM
DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

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

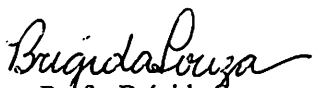
APROVADA em 9 de fevereiro de 2001

Prof. César Freire Carvalho

UFLA

Dra. Madelaine Venzon

EPAMIG



Profa. Brígida Souza

UFLA

(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Àqueles que me deram a vida: meus pais,
João Capistrano e Maria do Carmo,
E, por extensão, meus irmãos,
Maria das Vitórias, Carlos Adriano, Ana Raquel e João Roberto,

OFEREÇO

“Meus caminhos, eu os amei.
Minhas estradas, eu as transpus.
Busquei até nas veredas mais agrestes
minha realização, minha felicidade.
Vitórias fugazes e passageiras. E a sós, perdido
dentro de mim, longe busco
outras rotas, outras distâncias.
Cansado, fico a sentir e viver
sonhos-quimeras, fugidias e tristes.
Cambaleante e distante de mim mesmo,
procuro a felicidade, a paz, o amor e a alegria”.

Pe. Ausônio de Araújo Filho

À minha esposa, Vitória,
pelo companheirismo, amor e incentivo,
e ao nosso filho, Lucas Pacelli,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai celestial, na sua infinita misericórdia.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA pela oportunidade concedida para execução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S/A - BNB e à Fundação de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Agropecuária Norte Mineira - FUNDETEC, pela doação dos recursos financeiros.

Com profunda estima, à professora Brígida Souza pelos ensinamentos, sugestões, orientação e amizade durante o labutar desta pesquisa.

Ao professor César Freire Carvalho pelas sugestões e apoio.

Aos professores Geraldo Andrade Carvalho e Jair Campos Moraes pela amizade e estímulo.

A todos os colegas de pós-graduação em Entomologia pela valorosa companhia.

Em especial aos amigos Loriney Fuini, Marcio Goussain (Manga), Elisângela Loureiro, Lucimeire Ramos, Gabriela Marinho e Maria da Conceição (Concinha) pelo harmonioso convívio e amizade recíproca.

Ao amigo Carvalho Ecolé pelo grandioso auxílio na análise estatística.

A Livia Mendes de Carvalho pela identificação do pulgão em estudo.

A Marlene Gonçalves da Silva pelo apoio imprescindível na realização desta pesquisa.

À laboratorista Nazaré Moura pelo afeto e inestimável amparo durante a execução dos experimentos.

Ao funcionário Júlio Augusto (Julinho) pela amizade e prestatividade na execução dos experimentos na casa de vegetação.

A Antoine Diego Pfeiffer, Sílvia Regina Pfeiffer e filhos, pela receptiva acolhida, calorosa amizade e confiança depositada.

A todos aqueles que, de alguma forma, deixaram sua contribuição, os meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Crispídeos como agentes de controle biológico de pragas do algodoeiro	3
2.2 Aspectos da biologia de <i>Chrysoperla externa</i>	5
2.2.1 Fase de ovo	6
2.2.2 Fase de larva	7
2.2.3 Fases de pré-pupa e pupa	9
2.2.4 Fase adulta	11
2.2.4.1 Períodos de pré-oviposição e oviposição	11
2.2.4.2 Fecundidade	12
2.2.4.3 Longevidade	14
2.3 Influência do fotoperíodo na indução da diapausa em Chrysopidae .	15
3 METODOLOGIA GERAL	18
3.1 Localização e duração dos experimentos	18
3.2 Cultivo de <i>Gossypium hirsutum</i> raça <i>latifolium</i> Hutch	18
3.3 Criação de manutenção de <i>Chrysoperla externa</i>	18
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

CAPÍTULO 2

Aspectos biológicos e comportamentais de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em algodoeiro cultivado em casa de vegetação	27
1 RESUMO	27
2 ABSTRACT	28
3 INTRODUÇÃO	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Aspectos biológicos de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	30
4.2 Influência da idade das fêmeas de <i>Chrysoperla externa</i> sobre a capacidade de oviposição, viabilidade dos ovos e período embrionário	32
4.3 Influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	33
4.4 Tempo de busca de <i>Aphis gossypii</i> por larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	34
4.5 Análise estatística	34
4.6 Aspectos comportamentais de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Aspectos biológicos e comportamentais das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	35
5.1.1 Fase de larva	35
5.1.2 Fases de pré-pupa e pupa	38
5.2 Aspectos biológicos e comportamentais de adultos de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	38
5.2.1 Períodos de pré-oviposição, oviposição, efetivo de oviposição e pós-oviposição	38

5.2.2 Longevidade	40
5.2.3 Capacidade de oviposição	41
5.3 Influência da idade das fêmeas de <i>Chrysoperla externa</i> sobre a capacidade de oviposição, viabilidade dos ovos e período embrionário	41
5.4 Influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	47
5.5 Tempo de busca de <i>Aphis gossypii</i> por larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em casa de vegetação	49
6 CONCLUSÕES	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO 3	
Influência do fotoperíodo sobre a biologia de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)	56
1 RESUMO	56
2 ABSTRACT	57
3 INTRODUÇÃO	58
4 MATERIAL E MÉTODOS	60
4.1 Influência do fotoperíodo sobre a biologia de <i>Chrysoperla externa</i> .	60
4.2 Análise estatística	61
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de <i>Chrysoperla externa</i> em diferentes fotoperíodos	62
5.1.1 Período embrionário	62
5.1.2 Fase de larva	63
5.1.2.1 Número e duração dos instares	63
5.1.2.2 Duração e viabilidade da fase de larva	65
5.1.3 Fases de pré-pupa e pupa	67

5.1.4 Porcentual de mortalidade na fase farata	70
5.2 Aspectos biológicos da fase adulta de <i>Chrysoperla externa</i> em diferentes fotoperíodos	71
5.2.1 Período de pré-oviposição	71
5.2.2 Capacidade de oviposição e viabilidade dos ovos	73
6 CONCLUSÕES	75
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

RESUMO

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Desenvolvimento, reprodução e comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições ambientais.** Lavras: UFLA, 2001. 78p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia)¹.

Este trabalho objetivou estudar alguns aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861); os efeitos da temperatura, da umidade relativa do ar e da idade das fêmeas sobre o desenvolvimento dessa espécie; a influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação desse crisopídeo e o tempo de busca de suas larvas alimentadas com o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877. Os experimentos foram conduzidos em plantas de algodão cultivadas em vasos e mantidas em casa de vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG. Em laboratório, avaliou-se, a 25 ± 2 °C e UR de $60 \pm 10\%$, a influência de diferentes fotoperíodos (8, 10, 12, 14 e 16 horas de luz) sobre alguns aspectos biológicos de *C. externa*. Verificou-se um desenvolvimento normal do predador em algodoeiro infestado com *A. gossypii*, constatando-se uma produção média total de $428,5 \pm 85,2$ ovos/fêmea. O acasalamento e o ato de ovipositar não ocorreram durante o dia. Houve correlação positiva entre a umidade relativa do ar e o número de ovos produzidos e um efeito negativo da temperatura e da idade das fêmeas sobre a duração do período embrionário. Foram verificadas diferenças significativas entre o número de pupas em função da cobertura do solo, constatando-se um menor percentual em solo mantido no limpo. Não foram detectadas diferenças significativas para o tempo de busca do pulgão *A. gossypii* pelas larvas de *C. externa*, independentemente do instar. As fotofases estudadas não exerceram influência sobre o período embrionário, no entanto, afetaram a duração e a viabilidade da fase de larva e a duração das fases de pré-pupa e pupa. Não se observou influência do fotoperíodo no percentual de mortalidade de insetos na fase farata. O número médio de ovos/fêmea decresceu em função do aumento da fotofase, durante os primeiros 70 dias do início da oviposição. Não foi constatada nenhuma alteração morfológica, comportamental ou na coloração dos adultos as quais pudessem caracterizar um sintoma de diapausa.

¹ Orientadora: Brígida Souza – UFLA.

ABSTRACT

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Development, reproduction and behavior of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) under different environmental conditions.** Lavras: UFLA, 2001. 78p. (Dissertation – Master in Entomology)¹.

The objectives of this work were to study some biological and behavioral aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861); the effects of temperature, relative humidity and females' age on the development of that chrysopid; the influence of various soil coverings on its percentage of pupation and the search time of *C. externa* by the aphid *Aphis gossypii* Glover, 1877. The experiments were conducted on cotton plants in greenhouse of the Department of Entomology of the Federal University of Lavras (UFLA) – MG, Brazil. In the laboratory at 25 ± 2 °C and RH of $60 \pm 10\%$, the influence of various photoperiods LD 8:16; 10:14; 12:12; 14: 10 and 16:8 hours on some biological aspects of *C. externa* was evaluated. A normal development of the predator on cotton plant infested with *A. gossypii* was observed, with an average fecundity of 428.5 ± 85.2 egg/female. The correlation analysis between the relative humidity and fecundity stressed a positive effect of that climatic factor. The correlation between the temperature and age of the female with the duration of the embryonic development, stressed a negative effect. The number of pupae was significantly lower in soil without covering than in soil with covering. No differences for search time by the larvae of *C. externa* were reported, independent of the instar. The photophases did not influence at all the embryonic period, nevertheless, they affected the duration and the survival of the larvae and the duration of the prepupal and pupal stages. No influence of the photoperiod on the mortality of insects in the pharate stage was observed. The average number of egg/female decreased in terms of the increase of the photophase over the 70-day period from the first oviposition. No change in color, morphology or behavior of the adults that could characterize a diapause development was noticed.

¹ Adviser: Brígida Souza – UFLA.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

De uma forma generalizada, as pragas constituem um dos fatores limitantes à exploração racional de muitos agroecossistemas. As medidas que envolvem a utilização simultânea de diferentes técnicas de redução populacional, objetivando manter os insetos-praga em uma densidade abaixo do nível de dano econômico, de forma harmoniosa com o ambiente, referem-se ao que é conhecido por manejo integrado de pragas (MIP).

O MIP procura estabelecer uma integração compatível entre diferentes métodos de controle, de forma a não agredir o meio ambiente. Apesar disto, o uso de produtos químicos ainda tem sido a forma mais utilizada pelos agricultores, por ser considerada como uma maneira potencial de aumentar a ação dos organismos benéficos em determinados agroecossistemas, através de sua seletividade, além de sua disponibilidade no comércio. No entanto, as intensas aplicações desses produtos têm contribuído para o surgimento de efeitos colaterais, como a ressurgência de pragas secundárias, resistência dos insetos-fitófagos aos diferentes ingredientes ativos, assim como a contaminação ambiental. Em razão dos efeitos adversos e do imenso volume desses produtos aplicados nas práticas convencionais durante muito tempo, alguns pesquisadores decidiram dar ênfase ao controle biológico, já que este tem demonstrado uma boa capacidade de redução de pragas, trazendo inúmeros benefícios nos campos social, econômico e ecológico.

A criação massal de inimigos naturais e sua posterior liberação em casa-de-vegetação ou no campo para o controle de pragas é uma técnica que vem sendo incrementada mundialmente. No Brasil, os programas de controle biológico que têm tido continuidade e o êxito previsto nos projetos envolvem, na

sua maioria, parasitóides e entomopatógenos como agentes controladores. Entre os principais obstáculos para a utilização efetiva de predadores, o aspecto econômico, a falta de técnicas para produção massal sobre dietas artificiais, o canibalismo, que requer a individualização ou a criação em densidades relativamente altas de presas, e a escassez de informações por parte dos agricultores despontam como os principais obstáculos para que os programas de multiplicação desses agentes obtenham o sucesso esperado.

Dentre os artrópodes predadores, os insetos da família Chrysopidae Schneider, 1851, têm despertado grande atenção, pois são altamente vorazes, podendo se alimentar de uma grande diversidade de presas, incluindo cochonilhas (Hemiptera: Pseudococcidae e Coccoidea), pulgões (Hemiptera: Aphididae), moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae), insetos da família Flatidae (Hemiptera), ovos e lagartas neonatas de alguns Lepidoptera, tripes (Thysanoptera), larvas de alguns besouros, além de ácaros de importância agrícola. Contudo, os trabalhos visando ao emprego de crisopídeos em programas de manejo integrado de artrópodes-praga são relativamente recentes.

Os crisopídeos têm sido constatados em muitas culturas de interesse econômico, como algodoeiro, citros, milho, soja, alfafa, fumo, videira, macieira, seringueira e outras, recebendo destaque as espécies dos gêneros *Chrysopa* Leach, 1815, encontradas na Região Holoártica, e *Chrysoperla* Steinmann, 1964, com vasta distribuição geográfica. Este último gênero inclui 36 espécies distribuídas por todo o mundo, com uma maior concentração na Região Holoártica (Brooks, 1994). No Continente Americano, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) constitui um importante agente controlador de artrópodes-fitófagos em diversas culturas de importância econômica, sendo uma das espécies mais comuns, podendo ser encontrada desde a Argentina até o Sudeste dos Estados Unidos. Em território brasileiro, sua ocorrência foi registrada nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas

Gerais, Rondônia, Roraima, Amazonas, Mato Grosso e Paraíba. Além disso, é um predador promissor para o uso em programas de controle biológico, devido, entre outros aspectos, à facilidade de sua criação em laboratório. No entanto, muitos aspectos da sua bioecologia são ainda desconhecidos e necessitam ser melhor estudados para o sucesso de sua utilização na agricultura.

Considerando a potencialidade desse grupo de insetos e a escassez de informações a respeito do seu desenvolvimento e reprodução em diferentes condições ambientais, este trabalho objetivou o estudo de alguns aspectos biológicos e comportamentais de *C. externa* em plantas de algodoeiro, cultivadas em casa-de-vegetação e a influência do fotoperíodo sobre a biologia das fases imaturas e adulta em laboratório.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Crisopídeos como agentes de controle biológico de pragas do algodoeiro

Segundo Santos (1999), vários fatores contribuem para a queda de produtividade do algodoeiro em todas as regiões do mundo, sendo um dos agroecossistemas mais sujeitos ao ataque de artrópodes-praga, atraindo e hospedando um complexo significativo de insetos e ácaros, os quais atacam raízes, caules, folhas, botões florais, maçãs e capulhos. Seus danos podem reduzir a produtividade, como também afetar diretamente certas características importantes das sementes e da fibra, depreciando-as consideravelmente para a utilização comercial. Por outro lado, esse agroecossistema agrega também uma gama significativa de predadores e parasitóides, os quais atuam de forma ostensiva no controle dos insetos-praga causadores de enormes prejuízos.

Souza (1999) mencionou a ocorrência de crisopídeos em muitas culturas de importância econômica, entre elas o algodoeiro. Alguns trabalhos têm demonstrado o potencial dos representantes da família Chrysopidae como

agentes supressores de artrópodes-praga dessa cultura, naturalmente ou por liberações inundativas (Gerling e Bar, 1985; Gravena e Cunha, 1991).

As primeiras referências sobre o uso de crisopídeos como agentes de controle de insetos-praga do algodoeiro foram feitas por Ridgway e Jones (1968, 1969) e Ridgway (1969), que reportaram a utilização de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), no Texas, visando ao controle de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (= *Heliothis zea*) (Lepidoptera: Noctuidae). Segundo os autores, duas liberações do predador, totalizando 726.464 larvas por hectare, reduziram as populações dessas pragas em até 96%.

Utilizando plantas de algodoeiro, Butler Jr. e May (1971) verificaram que as larvas de *C. carnea* foram eficientes no controle de ovos de *Heliothis* spp. Dentre os agentes de controle biológico natural de ovos e lagartas de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae), praga secundária do algodoeiro no Brasil, mas que causa danos expressivos a esta cultura na Califórnia, EUA, *C. carnea* desponta como um dos mais importantes predadores (Ehler e Van den Bosh, 1974).

Segundo Freitas e Fernandes (1996), as espécies *C. carnea*; *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839); *Chrysoperla sinica* (Tjeder, 1936) (= *Chrysopa niponensis*); *Chrysopa congrua* (Walker, 1853); *Chrysopa pudica* Navás, 1913; *Brinkochrysa scelestes* (Banks, 1911) (= *Chrysopa scelestes*) e *Mallada signata* (Schneider, 1851) (= *Chrysopa signata*) são encontradas em diversos países em que o algodoeiro é cultivado, controlando pragas de interesse agrícola como *H. virescens*, *H. zea*, *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae), além da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) e do pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae).

Kabissa, Kayumbo e Yarro (1995) relataram a presença de *C. congrua*, em plantas de algodoeiro, como um predador eficiente de *H. armigera* e *A. gossypii*. De acordo com Gravena e Cunha (1991), *C. externa* foi encontrada, com relativa freqüência, predando lagartas de primeiro ínstar de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de campo. Gravena e Pazetto (1987) verificaram a presença de *Chrysopa* sp.¹ entre os principais controladores de ovos desse noctuídeo em algodoeiro cultivado na região de Jaboticabal, SP.

Em condições laboratoriais, sob diferentes temperaturas, Figueira (1998) e Silva (1999), trabalhando com ovos e lagartas neonatas de *A. argillacea*, respectivamente, constataram que essas presas foram adequadas ao desenvolvimento e reprodução de *C. externa*.

2.2 Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa*

Inúmeros são os relatos acerca da biologia das espécies do gênero *Chrysoperla* já descritas. No caso de *C. externa*, as referências estão concentradas na Região Neotropical, principalmente no Brasil, onde essa espécie tem sido freqüentemente encontrada em muitas culturas de interesse agrícola.

Os primeiros estudos envolvendo aspectos da biologia de *C. externa* desenvolvidos no Brasil foram realizados por Aun (1986) e por Ribeiro (1988). Posteriormente, outros trabalhos foram desencadeados com sucesso nesta linha de pesquisa, enfatizando esse grupo de insetos predadores.

¹Segundo Adams e Penny (1986) e Brooks e Barnard (1990), este gênero não ocorre na fauna sul-americana, devendo, portanto, tratar-se de uma espécie pertencente a um outro gênero.

2.2.1 Fase de ovo

Os ovos são elipsóides e possuem, na extremidade posterior, um pedicelo hialino com a base alargada, através do qual o ovo é preso ao substrato (Souza, 1999). Inicialmente, apresentam uma coloração verde-clara, tornando-se mais escuros à medida que o embrião se desenvolve; próximo à eclosão, são marrons (Maia, 1998; Souza, 1999; Boregas, 2000).

A duração da fase de ovo varia de acordo com a temperatura, constatando-se um aumento na velocidade do desenvolvimento embrionário em função da elevação desse fator climático. Aun (1986) verificou que ao utilizar temperaturas na faixa de 18 a 32 °C, houve um decréscimo de 11,2 até 3,0 dias, respectivamente, sendo que, a 25 °C, a duração foi de 4,7 dias. Estudos realizados por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) também evidenciaram um decréscimo nesse período quando a temperatura se elevou, verificando-se uma duração média de 5,0 e 4,0 dias a 23,9 e 26,7 °C, respectivamente.

Figueira, Carvalho e Souza (2000) constataram que um aumento de 3 °C às temperaturas de 15 e 18 °C proporcionou uma redução relativamente maior na duração do período embrionário, quando comparado às reduções verificadas com os aumentos de 3 °C às temperaturas de 21, 24, 27 e 30 °C, sendo que, a 24 °C, esse período foi de $4,5 \pm 0,5$ dias. Fonseca (1999), Silva (1999), López-Arroyo, Tauber e Tauber (2000) e Maia, Carvalho e Souza (2000) também observaram que temperaturas mais elevadas aumentam a velocidade de desenvolvimento dos embriões de *C. externa*.

Para Ribeiro, Carvalho e Matioli (1993), a 25 °C, a eclosão das larvas ocorreu após um período de 4,2 dias. Utilizando essa mesma temperatura, Macedo, Costa e Soares (2000) constataram uma duração média de $4,0 \pm 0,05$ dias.

Em casa-de-vegetação, sob condições climáticas não controladas, Boregas (2000), utilizando quatro diferentes ambientes de criação (tubo de

vidro, gaiola plástica, gaiola de pvc com umidificador e sem umidificador), verificou um período embrionário de $6,3 \pm 0,2$; $6,5 \pm 0,9$; $7,6 \pm 0,7$ e $7,5 \pm 0,5$ dias, respectivamente, evidenciando que o tipo de gaiola empregado e o seu volume não interferiram significativamente na duração desse parâmetro.

2.2.2 Fase de larva

De acordo com Souza (1999), as larvas recém-eclodidas apresentam uma coloração marrom-acinzentada ou amarelo-palha, adquirindo, ao longo do seu crescimento, uma coloração amarelada ou marrom-clara, com manchas láterodorsais mais escuras. A presença da mancha frontoclipeal, bem característica em *C. externa*, é considerada um importante caráter taxonômico. As larvas são campodeiformes, terrestres e não possuem o hábito de cobrirem-se com detritos diversos ou com suas próprias exúvias, como acontece freqüentemente em outras espécies de crisopídeos. O corpo é relativamente estreito, alongado, fusiforme e achatado dorsoventralmente, com o abdome não globoso.

O canibalismo constitui uma relação intraespecífica muito peculiar a essa fase do desenvolvimento de *C. externa*. As larvas, logo após a eclosão, podem predar ovos da mesma postura que estariam a eclodir e, na falta de alimento, outras larvas recém-eclodidas (Ribeiro, 1988).

As larvas passam por três ínstares, conforme relatado por diversos autores (Aun, 1986; Ribeiro, 1988; Kubo, 1993; Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994; López, 1996; Figueira, 1998; Macedo, Soares e Costa, 1998; Silva, 1999; Boregas, 2000; Fonseca, Carvalho e Souza, 2000; López-Arroyo, Tauber e Tauber, 2000; Macedo, Costa e Soares, 2000; Maia, Carvalho e Souza, 2000).

A duração da fase larval é inversamente proporcional à temperatura, independentemente da presa utilizada (Aun, 1986; Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994; Maia, 1998; Fonseca, 1999; Silva, 1999; Figueira, Carvalho e

Souza, 2000). Avaliando a duração dos três ínstaes de *C. externa* em diferentes temperaturas e utilizando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) como alimento, Aun (1986) obteve, a 25 °C, médias de 3,8; 2,9 e 3,3 dias, respectivamente.

Segundo Ribeiro (1988), as larvas alimentadas com ovos de *A. argillacea*, a 25 °C, tiveram uma duração média de 3,0; 3,0 e 4,4 dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, respectivamente, enquanto aquelas alimentadas com o pulgão *A. gossypii* apresentaram duração de 3,3; 2,7 e 4,2 dias. Figueira, Carvalho e Souza (2000), utilizando como presa ovos de *A. argillacea* em condições laboratoriais, registraram uma redução na duração de todos os ínstaes quando a temperatura foi elevada de 15 para 18 °C, sendo que, a 24 °C, obtiveram $3,5 \pm 0,5$; $3,0 \pm 0,0$ e $3,9 \pm 0,3$ dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, respectivamente. Silva (1999) constatou, para cada ínstar de *C. externa* mantida a 25 °C e alimentada com lagartas de *A. argillacea*, uma duração média de $3,7 \pm 0,14$; $3,0 \pm 0,0$ e $5,0 \pm 0,32$ dias, respectivamente.

Kubo (1993) estudou a duração da fase larval de *C. externa*, a 25 °C, alimentada com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae), e obteve médias de 4,5; 4,2 e 5,7 dias, respectivamente, para os três ínstaes. Quando as larvas foram alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) e o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), a uma temperatura de 23,9 °C, Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) encontraram, para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, uma duração média de $3,4 \pm 0,1$; $2,8 \pm 0,1$ e $4,0 \pm 0,1$ dias. Sob temperatura de 26,7 °C esses valores corresponderam a $3,0 \pm 0,0$; $2,0 \pm 0,0$ e $3,2 \pm 0,1$ dias, respectivamente.

López (1996), alimentando larvas de *C. externa* com o pulgão *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Hemiptera: Aphididae), obteve uma

duração de $3,0 \pm 0,3$; $3,0 \pm 0,7$ e $4,0 \pm 0,5$ dias, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes.

Maia, Carvalho e Souza (2000) verificaram que a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ a duração da fase larval de *C. externa*, alimentada com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), foi de $3,5 \pm 0,3$; $3,3 \pm 0,3$ e $3,8 \pm 0,4$ dias, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes. Resultados semelhantes foram obtidos por Fonseca (1999), nas mesmas condições, encontrando médias de $4,0 \pm 0,0$; $3,3 \pm 0,1$ e $3,5 \pm 0,1$ dias.

Em experimento conduzido em casa-de-vegetação, Boregas (2000), alimentando as larvas de *C. externa* com ovos de *A. kuehniella* e utilizando dois tipos de recipiente de criação com o objetivo de determinar uma possível influência desse fator sobre o desenvolvimento dessa fase, verificou, em gaiola plástica, uma duração média de $2,4 \pm 0,1$; $1,8 \pm 0,1$ e $1,6 \pm 0,1$ dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, e em tubo de vidro, $2,4 \pm 0,2$; $1,5 \pm 0,1$ e $2,3 \pm 0,1$ dias, respectivamente.

2.2.3 Fases de pré-pupa e pupa

Após completarem o seu desenvolvimento, as larvas de *C. externa* tecem, num intervalo de 24 a 48 horas, um casulo esférico de seda branca, em local protegido (Canard e Principi, 1984), o qual é confeccionado por uma substância mucoprotéica secretada na parte anterior dos tubos de Malpighi e excretada pela abertura anal (Nuñez, 1988).

A fase de pré-pupa corresponde ao período que vai do início da confecção do casulo até a última ecdise larval ocorrida no seu interior, podendo ser constatada pela presença da exúvia, vista como um disco enegrecido em uma das extremidades do casulo (Ribeiro, 1988; Silva, 1999). Segundo Nuñez (1988), a pupa é do tipo exarada e de cor verde. Ao completarem o seu desenvolvimento, as pupas abandonam o casulo por meio de uma abertura

circular, em geral na extremidade oposta àquela que contém a última exúvia larval (Barnes, 1975; Abid, Tawfik e Al-Rubeae, 1978).

A duração e a sobrevivência das fases de pré-pupa e pupa também são influenciadas pela temperatura, constatando-se uma acentuada redução na sua duração em função de aumentos deste fator climático (Aun, 1986; Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994; Figueira, 1998; Maia, 1998; Fonseca, 1999; Silva, 1999).

Aun (1986) observou uma duração de 10,5 dias para os períodos de pré-pupa e pupa, a 25 °C. Ribeiro, Carvalho e Matioli (1993) verificaram, nessa mesma temperatura, durações de 3,2 e 6,2 dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. argillacea*. Resultados semelhantes foram obtidos quando esses autores utilizaram como presa o pulgão *A. gossypii*, apresentando durações de 3,2 e 6,6 dias, respectivamente. Conforme Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), a 23,9 e 26,7 °C, as fases de pré-pupa e pupa apresentaram durações de $3,3 \pm 0,1$ e $7,6 \pm 0,1$ dias e de $3,2 \pm 0,1$ e $6,1 \pm 0,1$ dias, respectivamente. Figueira, Carvalho e Souza (2000) constataram, para os períodos de pré-pupa e pupa, a 24 °C, durações médias de $3,0 \pm 0,0$ e $7,9 \pm 0,3$ dias, respectivamente.

Maia, Carvalho e Souza (2000) observaram que a 24 °C, a duração das fases de pré-pupa e pupa de *C. externa*, alimentada com *S. graminum*, foi de $3,6 \pm 0,3$ e $7,2 \pm 0,8$ dias, respectivamente. Nas mesmas condições, Fonseca (1999) encontrou resultados próximos ($4,1 \pm 0,1$ e $7,4 \pm 0,1$ dias para as respectivas fases). Silva (1999) verificou uma duração de $3,1 \pm 0,2$ e $5,9 \pm 0,2$ dias para as fases de pré-pupa e pupa, mantidas a 25 °C, respectivamente.

Boregas (2000) encontrou, em casa-de-vegetação, durações médias de $13,5 \pm 0,3$ dias para as fases de pré-pupa e pupa, quando utilizou gaiola plástica como recipiente para a criação das larvas de *C. externa*, e de $13,1 \pm 0,4$ dias quando os insetos foram criados em tubos de vidro.

Macedo, Costa e Soares (2000) citaram que a 25 °C, os períodos de pré-pupa e pupa duraram, em média, $3,0 \pm 0,1$ e $6,8 \pm 0,1$ dias, respectivamente.

2.2.4 Fase adulta

Na fase adulta, *C. externa* apresenta coloração verde-vivo e olhos compostos grandes e proeminentes, com brilho metálico. As antenas são filiformes, com muitos antenômeros. O aparelho bucal é do tipo mastigador. O tórax apresenta as três regiões bem desenvolvidas. As pernas são relativamente longas e finas, do tipo ambulatório. As asas são membranosas, aproximadamente ovais, sendo a posterior ligeiramente mais estreita que a anterior. O abdome é longo, não ultrapassando o comprimento das asas (Bichão, 1989; Brooks e Barnard, 1990).

2.2.4.1 Períodos de pré-oviposição e oviposição

Segundo Hagen (1976), a qualidade do alimento ingerido pelas larvas pode afetar, posteriormente, a reprodução dos adultos. De acordo com as afirmações de Rousset (1984), ocorrendo uma deficiência alimentar durante a fase de larva, esta não pode ser compensada pela melhor dieta do imago, pois a pré-vitelogênese inicia-se na fase de pupa e, para o crescimento dos ovários, a fêmea utiliza reservas acumuladas na fase larval.

Cañedo e Lizárraga (1988), testando diferentes dietas para adultos de *C. externa*, reportaram que, quando estes são alimentados com lêvedo e pólen, a duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição foi de 5,1 e 30,1 dias, respectivamente. Nuñez (1988) observou que a duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição foi de $10,0 \pm 1,9$ e $42,0 \pm 3,9$ dias no inverno, e $6,0 \pm 2,5$ e $36,0 \pm 3,7$ dias no verão. Em ambas as condições, as larvas foram alimentadas com ovos de *S. cerealella*.

Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991) citaram que o período de pré-oviposição de *C. externa*, cujas larvas foram alimentadas com ovos dos lepidópteros *A. kuehniella* e *A. argillacea*, à temperatura de 25 °C, foi de 3,2 dias e 4,2 dias, respectivamente, enquanto o período de oviposição foi de 71, 4 e 62,7 dias.

Ribeiro e Carvalho (1991), estudando diferentes condições de acasalamento de *C. externa*, observaram que as fêmeas virgens necessitam de um período significativamente maior para iniciarem a oviposição em relação às fêmeas acasaladas, mantidas ou não com os machos. Verificaram, ainda, que o acasalamento não afetou o período de oviposição.

Carvalho, Canard e Alauzet (1996), analisando o efeito de diferentes dietas sobre a biologia de adultos de *C. externa*, verificaram que os insetos alimentados com lêvedo de cerveja e mel apresentaram o menor período de pré-oviposição ($3,0 \pm 0,1$ dias) e um período de oviposição relativamente longo ($84,5 \pm 10,5$ dias), quando comparados aos resultados obtidos com as demais dietas avaliadas.

Em casa-de-vegetação, Boregas (2000) constatou que os períodos de pré-oviposição e oviposição corresponderam a $7,0 \pm 0,7$ e $17,5 \pm 4,6$ dias, respectivamente, quando adultos de *C. externa* foram alimentados com lêvedo de cerveja e mel fornecidos em uma consistência pastosa.

2.2.4.2 Fecundidade

A fecundidade de *C. externa* é extremamente influenciada pela qualidade da dieta oferecida, a qual deve conter proteínas (Botto e Crouzel, 1979; Cañedo e Lizárraga, 1988; Ribeiro, Carvalho e Matioli, 1993; Carvalho, Canard e Alauzet, 1996), que exercem funções fundamentais tanto na fase de crescimento como na fase reprodutiva dos insetos (Zucoloto, 1994), além dos vários componentes essenciais.

Botto e Crouzel (1979) constataram um aumento de 350 para 622 ovos/fêmea quando forneceram aos adultos de *C. externa* (= *Chrysopa lanata lanata*) uma dieta composta de lêvedo de cerveja e mel, sendo que a produção diária foi aumentada de 12 para 21 ovos/fêmea. Cañedo e Lizárraga (1988) observaram uma média de 364,6 ovos/fêmea, com viabilidade de 90,8% quando foi oferecida uma dieta à base de lêvedo e pólen.

Núñez (1988), alimentando os adultos de *C. externa* com uma dieta composta por duas partes de mel, uma de água e uma de pólen, observou uma fecundidade de $523,0 \pm 99,8$ ovos/fêmea. Ribeiro, Carvalho e Matioli (1993) verificaram uma produção média de 29 ovos/fêmea/dia e um total de 714 ovos/fêmea para adultos alimentados com lêvedo de cerveja e mel.

Carvalho, Canard e Alauzet (1996) verificaram uma produção média de $2.304,0 \pm 188,0$ ovos/fêmea, quando os adultos de *C. externa* foram alimentados com lêvedo de cerveja e mel em condições laboratoriais. Boregas (2000), alimentando os adultos com essa mesma dieta fornecida em duas consistências, semilíquida e pastosa, em casa-de-vegetação, observou uma produção diária de $10,0 \pm 0,5$ e $13,3 \pm 0,9$ ovos/fêmea, com um total de $387,8 \pm 86,2$ e $221,0 \pm 41,4$ ovos/fêmea, respectivamente. As diferenças constatadas nesses dois estudos devem-se, muito provavelmente, ao fato de que, em casa-de-vegetação, os fatores climáticos oscilam em função da época do ano, apresentando períodos satisfatórios e inadequados para a reprodução dos insetos. Ao contrário, em laboratório as condições ambientais são estáveis e mantidas dentro de uma faixa adequada ao longo de todo o período de desenvolvimento dos insetos, permitindo-os potencializar a sua capacidade reprodutiva.

Macedo, Costa e Soares (2000) observaram que a dieta à base de lêvedo de cerveja e mel proporcionou uma alta fecundidade, com uma produção média de $1.082,6 \pm 8,7$ ovos/fêmea e uma média diária de $15,8 \pm 0,9$ ovos.

Ribeiro e Carvalho (1991), estudando a biologia de adultos de *C. externa* em diferentes condições de acasalamento, mencionaram que a maior produção de ovos foi observada em fêmeas acasaladas e mantidas com os machos, indicando a provável ocorrência de uma segunda cópula. Segundo Rousset (1984), embora a função do acasalamento seja a fertilização do ovo, atua também como um estímulo à oviposição.

2.2.4.3 Longevidade

Foi observado por Cañedo e Lizárraga (1988) que machos de *C. externa* alimentados com uma dieta à base de lêvedo de cerveja apresentaram uma longevidade média de 46,3 dias. Nuñez (1988) verificou, para machos e fêmeas, uma longevidade média de $33,0 \pm 2,9$ e $56,0 \pm 4,1$ dias, respectivamente, no inverno, e de $31,0 \pm 4,2$ e $49,0 \pm 3,8$ dias, no verão, quando os adultos foram alimentados com uma dieta composta por duas partes de mel, uma de água e uma de pólen.

Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991) reportaram que fêmeas provenientes de larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* apresentaram uma longevidade média significativamente maior (86,0 dias), quando comparada àquelas oriundas de larvas alimentadas com ovos de *A. argillacea* (69,8 dias). Quanto aos machos, observou-se que a longevidade não foi afetada significativamente pelo tipo de alimento ingerido pelas larvas, correspondendo a 80,3 e 80,8 dias para os dois tipos de presas, respectivamente.

Carvalho, Canard e Alauzet (1996) verificaram uma duração média de $112,5 \pm 10,4$ e $88,4 \pm 11,2$ dias para a fase adulta de machos e fêmeas de *C. externa*, respectivamente, utilizando uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel.

Segundo Boregas (2000), a longevidade média de *C. externa*, mantida em casa-de-vegetação e alimentada com lêvedo de cerveja e mel, na consistência semilíquida, foi de $45,5 \pm 3,8$ dias.

2.3 Influência do fotoperíodo na indução da diapausa em Chrysopidae

Compreender a sazonalidade e os fatores controladores da diapausa pode ser de grande importância para prever o comportamento dos insetos no campo e em laboratório, permitindo uma adequada manipulação dos mesmos. Por exemplo, a simulação de condições capazes de induzir diapausa pode abrir novos horizontes no campo da conservação e armazenamento de material biológico em condições ótimas, por períodos prolongados (Bichão, 1989).

Dependendo do comprimento do dia, a luz é considerada um dos principais estímulos à indução ou término da diapausa nos insetos (Silveira Neto *et al.*, 1976; Sissoko, 1987).

De acordo com Tauber e Tauber (1973, 1976), a diapausa caracteriza-se por um conjunto de respostas ecofisiológicas, as quais constituem uma estratégia de adaptação dos insetos às condições bióticas e físicas sazonalmente variáveis. Segundo Lecay (1963), citado por Bichão (1989), e Nechols, Tauber e Tauber (1987), embora a diapausa seja uma característica determinada geneticamente, algumas condições ambientais induzem as alterações endocrinológicas que controlam o seu início, manutenção e término. Entre os principais fatores ambientais estão as mudanças ocasionadas pelo fotoperíodo, temperatura e alimento, existindo, contudo, uma grande variabilidade inter e intraespecífica no tipo de resposta dos insetos a esses fatores. Estudos a respeito de fatores abióticos, como o fotoperíodo, têm se concentrado em espécies oriundas de regiões de clima temperado.

Os insetos da família Chrysopidae apresentam muitas características peculiares com relação à diapausa e estratégias de ciclo de vida (Canard, 1988),

e os trabalhos relacionados à influência do fotoperíodo têm contribuído para o esclarecimento desse fenômeno biológico (Canard e Grimal, 1988).

Nos crisopídeos, a diapausa reprodutiva manifesta-se por modificações fisiológicas, como a paralização no desenvolvimento do aparelho reprodutor feminino, a qual é caracterizada por uma diminuição na ovogênese, acompanhada por mudanças na coloração e aumento do volume abdominal, uma vez que os indivíduos que entram em diapausa armazenam reservas antes de cessarem suas atividades (Sissoko, 1987; Hodek e Hodková, 1988; Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994).

Segundo Canard e Principi (1984), a diapausa nos crisopídeos pode se manifestar nas fases de larva, pupa e adulta, sendo que, em espécies do gênero *Chrysoperla*, oriundas de regiões temperadas, esse processo fisiológico ocorre na fase adulta e sob a influência de dias curtos (MacLeod, 1967; Tauber e Tauber, 1970; Duelli, 1986; Sissoko, 1987).

Hodek (1983) mencionou que na Europa Central existe uma grande variabilidade no ciclo de vida de muitas espécies de crisopídeos, a qual é atribuída à heterogeneidade na própria pré-disposição à diapausa e na sensibilidade fotoperiódica.

Tauber e Tauber (1973) ressaltaram que fotofases de 14 horas ou menos resultaram em 100% de adultos de *C. carnea* em diapausa, independentemente da dieta recebida. Sob fotofase de 16 horas, adultos alimentados com pulgões não entraram em diapausa, mas aqueles que receberam uma dieta artificial paralizaram sua atividade reprodutiva.

Segundo Tauber e Tauber (1972) e Principi (1992), em *C. carnea*, uma espécie polivoltina, o número de gerações anuais variou conforme a latitude e a altitude. Nesse caso, o fotoperíodo crítico dependeu da origem geográfica da população considerada. Tauber e Tauber (1986), estudando o efeito do fotoperíodo nessa mesma espécie de crisopídeo, verificaram que a diapausa

ocorreu na fase adulta, sendo caracterizada, de um modo geral, pela ausência de desenvolvimento dos ovários, acumulação de tecido gorduroso no corpo e, na maioria dos casos, pela alteração da cor verde-vivo para castanho-amarelado.

Nechols, Tauber e Tauber (1987) verificaram que em *Chrysopa oculata* Say, 1849, uma outra espécie polivoltina, a diapausa é controlada pelo fotoperíodo e pela temperatura, sendo que a variação no fotoperíodo crítico para a indução e duração da diapausa nessa espécie está diretamente relacionada à latitude da região de origem da população.

De acordo com Duelli (1992), sob várias condições ambientais em laboratório, não foi possível a indução de qualquer forma de diapausa em *C. congrua*, a partir de espécimes oriundos do sul da África e Madagascar.

Estudos realizados por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) com populações de *C. externa* provenientes de Honduras, Chile e Brasil, permitiram concluir que o fotoperíodo causou diapausa reprodutiva na população proveniente do Chile, com a capacidade de oviposição inversamente relacionada ao comprimento do dia. Em contrapartida, populações oriundas de Honduras e do Brasil apresentaram alta capacidade reprodutiva, sem a ocorrência de diapausa em todas as condições fotoperiódicas avaliadas, destacando, portanto, as particularidades da origem geográfica de cada espécie.

Canard, Carvalho e Sissoko (1994) observaram uma diapausa imaginal ovariana em *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972), com variações significativas no período de pré-oviposição, caracterizada por uma sensibilidade a fotoperíodos curtos, os quais prolongaram a duração desse período.

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 Localização e duração dos experimentos

Os trabalhos foram conduzidos nos laboratórios de Biologia de Insetos e em casa-de-vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, no período de junho a outubro de 2000.

3.2 Cultivo de *Gossypium hirsutum* raça *latifolium* Hutch

Sementes de algodoeiro, cultivar IAC-22, foram obtidas junto ao Departamento de Agricultura da UFLA. Em casa-de-vegetação, foram plantadas em vasos de polietileno com capacidade para cinco litros, tendo como substrato uma mistura de solo e matéria orgânica, adubada com a formulação 4 - 14 - 8. Os vasos foram colocados sobre uma bancada de 1,0 m de altura x 1,0 m de largura x 4,0 m de comprimento e utilizados no estudo de alguns aspectos pertinentes à biologia e ao comportamento de *C. externa*.

3.3 Criação de manutenção de *Chrysoperla externa*

Os adultos foram coletados no *campus* da UFLA, levados para o laboratório e mantidos em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Foi adotada a metodologia de Ribeiro (1988), utilizando gaiolas cilíndricas de pvc de 20 cm de altura x 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel filtro branco. A parte superior foi vedada com filme de polietileno e a inferior permaneceu apoiada em uma placa de Petri forrada com papel toalha branco.

A alimentação consistiu de uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1, pincelada em tiras de Parafilm[®], fixadas na extremidade superior da gaiola. No fundo de cada gaiola foi colocado um frasco contendo um

chumaço de algodão embebido em água destilada, o qual serviu, também, como umidificador.


Os ovos produzidos foram coletados cortando-se os pedicelos com uma tesoura de ponta fina. Aqueles destinados aos ensaios foram individualizados e acondicionados em tubos cilíndricos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura, vedados com filme de pvc laminado. Os ovos remanescentes foram destinados à criação de manutenção, sendo colocados em gaiolas semelhantes às utilizadas para a criação dos adultos. Tomou-se a precaução de colocar, no interior de cada gaiola, tiras de papel sulfite plissadas, com o objetivo de diminuir o canibalismo, que é uma relação intraespecífica muito comum entre os crisopídeos. As larvas eclodidas foram alimentadas *ad libitum* com ovos do piralídeo *A. kuehniella*, provenientes de uma criação 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.
- ADAMS, P.A.; PENNY, N.D. Faunal relations of amazonian Chrysopidae. In: GEPP, J.; ASPÖCK, H.; HÖLZEL, H. (eds). **Recent research in neuropterology**. Graz: [s.n.], 1986. p.119-124. (Proceedings of the International Symposium on Neuropterology, 2., 1984, Hamburg, Germany).
- ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v.4, n.1, p.8-13, 1994.
- AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Piracicaba: ESALQ, 1986. 65p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).

- BARNES, B.N. The life history of *Chrysopa zastrowi* Esb-Pet. (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of the Entomological Society of Southern Africa**, Amsterdam, v.38, n.1, p.47-53, 1975.
- BICHÃO, M.H.C.F. **Biotecnologia de produção de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) e sua aplicação em controle biológico**. Évora: Universidade de Évora, 1989. 145 p. (Relatório de estágio de licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente).
- BOREGAS, K.G.B. **Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação**. Lavras: UFLA, 2000. 62p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- BOTTO, E.N.; CROUZEL, I.S. Dietas artificiales y capacidade de postura de *Chrysopa lanata lanata* (Banks) en condiciones de laboratório. **Acta Zoologica Lilloana**, Tucuman, v.35, p.745-758, 1979.
- BROOKS, S.J. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology)**, Hants, v.63, n.2, p.137-210, 1994.
- BROOKS, S.J.; BARNARD, P.C. The green lacewings of the world; a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology)**, Hants, v.59, n.2, p.117-286, 1990.
- BUTLER Jr., G.D.; MAY, C.J. Laboratory studies of the searching capacity of larvae of *Chrysopa carnea* for eggs of *Heliothis* spp. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.64, n.6, p.1459-1461, Dec. 1971.
- CANARD, M. Seasonal change in photoperiodic response of the larvae of the lacewing *Nineta flava*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.47, p.153-159, 1988.
- CANARD, M.; CARVALHO, C.F.; SISSOKO, F. La diapause chez *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972): influence de la photopériode sur la durée de préoviposition (Neuroptera, Chrysopidae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, Paris, v.99, n.5, p.455-461, 1994.
- CANARD, M.; GRIMAL, A. Insect photoperiodism: various ways of regulating univoltinism in lacewings (Planipennia: Chrysopidae). **Experientia**, v.44, p.523-525, 1988.

- CANARD, M.; PRINCIPI, M.M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (eds). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p.57-149.
- CAÑEDO, D.V.; LIZÁRRAGA, A. Dietas artificiales para la crianza en laboratorio de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v.31, n.83-85, 1988.
- CARVALHO, C.F.; CANARD, M.; ALAUZET, C. Comparison of the fecundities of the Neotropical green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) and the West-Palaeartic *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel) (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: CANARD, M.; ASPÖCK, H.; MANSELL, M.W. (eds). **Pure and applied research in neuropterology**. Cairo, Egito, 1996. p.103-107. (Proceedings of the International Symposium on Neuropterology, 5., 1994).
- DUELLI, P. Body coloration and colour change in green lacewings (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: CANARD, M.; ASPÖCK, H.; MANSELL, M.W. (eds). **Current research on neuropterology**. Toulouse: Imprimerie Sacco, 1992. p.119-123. (Proceedings of the International Symposium on Neuropterology, 4., Zvíkovské Podhradí).
- DUELLI, P. Diapause induction in *Chrysoperla carnea*: what photoperiodical parameters are actually measures? In: HODEK, I. (ed.). **Ecology of aphidophaga**. Prague: [s.n.], 1986. p.239-244. (Proceedings of a Symposium, 1984, Zvíkovské Podhradí).
- EHLER, L.E.; Van den BOSH, R. An Analysis of the natural biological control of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton in California. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.106, 1067-1073, Oct. 1974.
- FIGUEIRA, L.K. **Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Lavras: UFLA, 1998. 100p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. **Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)**. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.319-326, abr./jun. 2000.

- 
- FONSECA, A.R. 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 Agronomia).
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v.29, n.2, p.309-317, 2000.
- FREITAS, S.; FERNANDES, O.A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSO, 1996. p.283-287.
- GERLING, D.; BAR, D. Parasitization of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) in cotton fields of Israel. *Entomophaga*, Paris, v.30, n.4, p.409-414, 1985.
- GRAVENA, S.; CUNHA, H.F. Predation of cotton leafworm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomophaga*, Paris, v.36, n.4, p.481-491, 1991.
- GRAVENA, S.; PAZETTO, J.A. Predation and parasitism of cotton leafworm eggs, *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomophaga*, Paris, v.36, n.4, p.481-491, 1987.
- HAGEN, K.S. Role of nutrition in insect management. In: TALL TIMBERS CONFERENCE ON ECOLOGICAL ANIMAL CONTROL BY HABITAT MANAGEMENT, 6., 1976. Proceedings..., 1976. p.221-261.
- HODEK, I. Role of environmental factors and endogenous mechanisms in the seasonality of reproduction in insects diapausing as adults. In: BROWN, V.K.; HODEK, I. (eds). **Diapause and life cycle strategies in insects**. The Hague: W. Junk, 1983. p.9-33.
- HODEK, I.; HODKOVÁ, M. Multiple role of temperature during insect diapause: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v.49, n.110, p.153-165, Nov. 1988.

- KABISSA, J.C.B.; KAYUMBO, H.Y.; YARRO, J.G. Comparative biology of *Mallada desjardinsi* (Navas) and *Chrysoperla congrua* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), predators of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) on cotton in eastern Tanzania. *International Journal of Pest Management*, London, v.41, n.4, p.214-218, Oct./Dec. 1995.
- KUBO, R.K. Efeito de diferentes presas no desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Jaboticabal: UNESP, 1993. 97p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- 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: UNESP, 1996. 86p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- LÓPEZ-ARROYO, J.I.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological Control*, Orlando, v.18, n.1, p.165-171, 2000.
- MACEDO, L.P.M.; COSTA, R.I.F.; SOARES, J.J. Biology of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Erratum...** Foz do Iguaçu: SEB/Embrapa Soja, 2000. p.8.
- MACEDO, L.P.M.; SOARES, J.J.; COSTA, R.I.F. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB/COBRAFI, 1998. p.665.
- MacLEOD, E.G. Experimental induction and elimination of adult diapause and autumnal coloration in *Chrysopa carnea* (Neuroptera). *Journal of Insect Physiology*, Elmsford, v.13, p.1343-1349, 1967.
- 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. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

- MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.81-86, jan./mar. 2000.
- NECHOLS, J.R.; TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Geographical variability in ecophysiological traits controlling dormancy in *Chrysopa oculata* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Insect Physiology*, Elmsford, v.33, n.9, p.627-633, 1987.
- NUÑEZ, E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, v.31, p.76-82, 1988.
- PRINCIPI, M.M. Lo stato di diapausa negli insetti ed il suo manifestarsi in alcune specie di crisopidi (Insecta: Neuroptera) in dipendenza dell'azione fotoperiodica. *Atti della Academia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, Bologna, v.14, n.8, p.79-116, 1992.
- RIBEIRO, M.J. *Biologia de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, 1988. 131p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.35, n.2, p.423-427, set. 1991.
- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. Biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas artificiais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.17, n.2, p.120-130, abr./jun. 1993.
- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. Influência da alimentação larval sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Prática*, Lavras, v.15, n.4, p.349-354, out./dez. 1991.
- RIDGWAY, R.L. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. In: TALL TIMBERS CONFERENCE ON ECOLOGICAL ANIMAL CONTROL BY HABITAT MANAGEMENT, 1969, Florida. *Proceedings...* Florida, 1969. p.127-144.

- RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. Field-cage release of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and tobacco budworm on cotton. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.61, n.4, p.892-898, Aug. 1968.
- RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. Inundative release of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.1, p.177-180, Feb. 1969.
- ROUSSET, A. Reproductive physiology and fecundity. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (eds). **Biology of Chrysopidae**. Boston: Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.116-129.
- SANTOS, W.J. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. In: SANTOS, W.J. (ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. 286p.
- SILVA, G.A. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), em diferentes temperaturas. Lavras: UFLA, 1999. 52p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- SISSOKO, F. Influence de la photopériode sur la fécondité et la diapause chez *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae). Toulouse: Université Paul Sabatier, 1987. 71p. (These - Doctorat de 3^{ème} Cycle le Sciences).
- SOUZA, B. Estudos morfológicos do ovo e da larva de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e influência de fatores climáticos sobre a flutuação populacional de adultos em citros. Lavras: UFLA, 1999. (Dissertação – Doutorado em Agronomia).
- TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Adult diapause in *Chrysopa carnea*: stages sensitive to photoperiodic induction. **Journal of Insect Physiology**, Elmsford, v.16, p.2075-2080, 1970.

- TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. A environmental control of univoltinism and its evolution in an insect species. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v.54, n.2, p.260-265, 1976.
- TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Geographic variation in critical photoperiod and in diapause intensity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). **Journal of Insect Physiology**, Elmsford, v.18, n.1, p.25-29, 1972.
- TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Diversification and secondary intergradation of two *Chrysopa carnea* strains (Neuroptera: Chrysopidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.105, n.9, p.1153-1167, Sept. 1973.
- TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Ecophysiological responses in life-history evolution: Evidence for their importance in a geographical widespread insect species complex. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.64, n.4, p.875-884, Apr. 1986.
- ZUCOLOTO, F.S. Aspectos gerais da nutrição de insetos, com especial referência em abelhas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ABELHAS, 1994, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1994. v.1, n.27, p.27-37.

CAPÍTULO 2

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. Aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen: 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação¹.

1 RESUMO

Objetivou-se estudar alguns aspectos biológicos e comportamentais das fases imaturas e adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e os efeitos da temperatura, da umidade relativa do ar e da idade das fêmeas sobre o desenvolvimento desse predador. Estudou-se também a influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação desse crisopídeo e o tempo de busca das larvas de primeiro, segundo e terceiro instares, quando alimentadas com o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877. Os ensaios foram conduzidos em algodoeiro infestado com o pulgão e cultivado em casa-de-vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, em delineamento inteiramente casualizado. Todas as fases de *C. externa* apresentaram um desenvolvimento normal em algodoeiro, registrando-se uma produção média de $428,5 \pm 85,2$ ovos/fêmea e um pico de oviposição entre 42 e 49 dias após a primeira postura. Verificou-se uma correlação positiva entre a umidade relativa do ar e a capacidade de oviposição e uma correlação negativa entre a temperatura e a idade das fêmeas e a duração do período embrionário, constatando-se um decréscimo na duração desse período a partir dos 35 dias do início da oviposição. Em solo sem nenhuma cobertura, a porcentagem de pupas foi afetada negativamente, constatando-se uma maior porcentagem nos vasos recobertos por folhas secas, britas ou por esses dois tipos de coberturas testadas. Não ocorreram diferenças significativas entre o tempo de busca do pulgão *A. gossypii* por larvas de *C. externa*, constatando-se uma tendência para que larvas de terceiro instar com 24 horas após a ecdise, por serem maiores e mais ágeis, apresentem menor tempo de busca.

¹ Orientadora: Brígida Souza – UFLA.

2 ABSTRACT

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Biological and behavioral aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton plants in greenhouse¹.**

The objectives of this work were to study some biological and behavioral aspects of the immature and adult stages of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) and the effects of temperature, relative humidity and females' age on its development. The influence of various soil coverings on the percentage of pupation and the search time of first, second and third instar larvae fed on *Aphis gossypii* Glover, 1877, were studied. The trials were conducted on cotton plants infested with that aphid in greenhouse of the Department of Entomology of the Federal University of Lavras (UFLA) – MG, Brazil, in a completely randomized design. All the stages of *C. externa* presented a normal development on cotton plant, with a fecundity of 428.5 ± 85.2 eggs/female and a peak oviposition between 42 and 49 days. There was a positive correlation between relative humidity and fecundity, and a negative correlation between temperature and females' age and the duration of the embryonic development, with a decrease in the duration of that period after 35 days from the first oviposition. On soil with no covering the percentage of pupae found was negatively affected, with a greater number of pupae in pots covered by dried leaf, stones or by either of these sorts of covering tested than in pots without covering. There was no significant difference between search times of *A. gossypii* by all instars of *C. externa*, but a trend for the third instar larvae with 24 hours after ecydysis to present a shorter search time was observed.

¹ Adviser: Brígida Souza – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Nas diversas partes do mundo em que o algodoeiro é cultivado comercialmente, a vulnerabilidade às pragas representa o principal problema da cultura. Sem alternativas de controle mais eficazes, os produtores, de forma rotineira, continuam utilizando, quase que exclusivamente, produtos fitossanitários para protegerem as suas lavouras. O emprego de métodos integrados visando ao equilíbrio de populações de espécies fitófagas e seus inimigos naturais, que atendam não somente ao aspecto da preservação ambiental, mas também de produtividade, eficiência e economia, é hoje de reconhecida necessidade. Táticas de manejo objetivando controlar as populações de insetos-praga dessa malvácea têm sido pesquisadas, com perspectivas promissoras.

Levantamentos da fauna de artrópodes dessa cultura indicam que o número de espécies encontradas pode variar de poucas centenas a milhares, sendo que grande parte é predadora e parasitóide de espécies fitófagas.

Dentre as principais pragas que atacam o algodoeiro no Brasil, merecem atenção especial o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae); o curuquerê-do-algodoeiro, *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae); o pulgão, *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae); a lagarta-rosada, *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) (Lepidoptera: Gelechiidae), além da mosca-branca e outras lagartas desfolhadoras (Figueira, 1998; Silva, 1999).

Dos artrópodes-predadores presentes no complexo cotonícola, destacam-se as espécies da família Chrysopidae por apresentarem grande voracidade e elevada capacidade de busca na fase larval e alta capacidade reprodutiva (Figueira, Carvalho e Souza, 2000; Maia, Carvalho e Souza, 2000), além do fato de possuírem tolerância a alguns inseticidas (Ribeiro, Matioli e Carvalho, 1988;

Carvalho *et al.*, 1994). Esses atributos demonstram o seu potencial tanto no controle biológico natural como em programas de liberações, sendo que novas técnicas vêm sendo desenvolvidas para empregá-los mais efetivamente no controle de pragas (Souza, 1999).

Este trabalho objetivou estudar alguns aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação, por se tratar de uma espécie de ocorrência comum no Brasil, alimentando-se de diversos artrópodes-praga presentes nessa cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

Com o objetivo de avaliar alguns parâmetros biológicos relacionados às fases imaturas desse crisopídeo, vinte e sete larvas recém-eclodidas, provenientes da criação de manutenção do laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, foram liberadas em plantas de algodoeiro (cultivar IAC-22) cultivadas em casa-de-vegetação.

A parcela experimental foi constituída por um vaso de polietileno, com capacidade para cinco litros, contendo uma planta de algodoeiro, na qual foi liberada uma larva do predador. As plantas apresentavam uma altura média de 23 cm, medida do colo até o ápice da última folha, e encontravam-se infestadas com o pulgão *A. gossypii*, em uma densidade populacional suficiente para que as larvas do predador tivessem alimento disponível durante todo o período avaliado.

Com o intuito de evitar a fuga das larvas de *C. externa*, bem como impedir o ataque de outros predadores, tais como formigas, os vasos tiveram

suas bordas impregnadas com uma graxa lubrificante. Com os mesmos objetivos, a parte basal do caule de cada planta foi recoberta com vaselina em pasta, acima da qual as larvas foram liberadas.

Cerca de vinte e quatro horas após a construção do casulo, as pré-pupas foram transferidas para placas de Petri de 1,5 cm de altura x 6,0 cm de diâmetro, as quais foram fechadas com um tecido de malha fina para permitir a ventilação, permanecendo em casa-de-vegetação até a emergência do adulto. A mudança para a fase de pupa foi verificada quando o casulo apresentou um círculo enegrecido em uma de suas extremidades, o qual corresponde à última exúvia larval. Foram realizadas observações diárias, avaliando-se a duração dos períodos larval, pré-pupal e pupal.

Após a emergência, os adultos foram separados de acordo com o sexo, procedendo-se à formação dos casais, os quais foram individualizados em gaiolas de pvc de 20 cm de altura x 20 cm de diâmetro e mantidos em casa-de-vegetação. Cada gaiola foi fechada na parte superior com um tecido de malha fina e colocada sobre um vaso de polietileno, com capacidade para cinco litros, contendo uma planta de algodoeiro com altura média de 18 cm. Cada planta, isenta do pulgão *A. gossypii*, representou uma repetição, num total de treze. Para que se pudesse conseguir esse número de casais nessa fase do experimento, conduziu-se uma criação paralela, sob as mesmas condições às quais as fases imaturas foram expostas.

O alimento oferecido constituiu de uma dieta composta de lêvedo de cerveja e mel em proporções iguais (1:1), pincelada em tiras de Parafilm® e fornecida na parte superior da gaiola, sendo substituída a cada três dias.

As observações foram realizadas diariamente, durante toda a fase adulta, avaliando-se: períodos de pré-oviposição, oviposição, efetivo de oviposição, pós-oviposição, longevidade e capacidade diária e total de oviposição.

Para a determinação da temperatura e da umidade relativa do ar na casa-de-vegetação, colocou-se um termohigrógrafo próximo às unidades experimentais, em uma bancada protegida por um sombrite a 50%, evitando, assim, a incidência direta dos raios solares. A metodologia empregada foi proposta pela Climanálise (1998), utilizando as fórmulas:

$$T_{\text{média}} = (T_9 + T_M + T_X + 2 T_{21}) / 5$$

$$UR_{\text{média}} = (UR_9 + UR_{15} + 2 UR_{21}) / 4$$

onde:

$T_{\text{média}}$ = temperatura média em °C; $UR_{\text{média}}$ = umidade relativa média do ar em %;

T_9 = temperatura às nove horas; UR_9 = umidade relativa do ar às nove horas;

T_M = temperatura mínima; UR_{15} = umidade relativa do ar às 15 horas;

T_X = temperatura máxima; UR_{21} = umidade relativa do ar às 21 horas;

T_{21} = temperatura às 21 horas.

4.2 Influência da idade das fêmeas de *Chrysoperla externa* sobre a capacidade de oviposição, viabilidade dos ovos e período embrionário

Para verificar o efeito da idade das fêmeas sobre a capacidade de oviposição, considerou-se a média semanal de ovos/fêmea ao longo de toda a fase adulta de *C. externa*.

Durante as sete primeiras semanas do início da oviposição, retirou-se uma amostra semanal de cinco ovos por fêmea, utilizada para determinar a viabilidade e o período embrionário. Os ovos foram individualizados em tubos

de vidro de 8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro, vedados com filme de pvc laminado e mantidos em casa-de-vegetação. A avaliação da viabilidade foi feita de acordo com a metodologia proposta por Hydorn e Whitcomb (1972), sendo: a) ovos viáveis - aqueles que eclodem normalmente ao final do desenvolvimento embrionário, b) ovos inviáveis - aqueles que se desenvolvem normalmente, no entanto, próximo à eclosão ocorre a morte do embrião e, c) ovos inférteis - aqueles que não se desenvolvem, permanecendo com a mesma coloração inicial.

4.3 Influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

Este experimento foi realizado com o objetivo de verificar a porcentagem de pupação de *C. externa*, utilizando diferentes coberturas de solo. Foram avaliadas quatro situações: solo nu, solo + folhas secas de algodoeiro, solo + brita nº 1 e solo + brita nº 1 + folhas secas. As folhas e as pedras foram colocadas sobre o solo em quantidade suficiente para permitir uma plena cobertura. Cada condição constituiu um tratamento, com cinco repetições, representadas por um vaso contendo uma planta com altura média de 23 cm, medida do colo até o ápice da última folha.

As larvas do predador foram mantidas no laboratório, em tubos de vidro de 8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro, até atingirem o terceiro ínstar, sendo alimentadas com o pulgão *A. gossypii*. Após 24 horas da ecdise, foram levadas, nesses mesmos recipientes, para a casa-de-vegetação, na qual permaneceram por 48 horas, liberando-se, após esse período, três larvas por planta, sendo uma no terço inferior, outra no médio e a última no superior. Em casa-de-vegetação, as larvas continuaram se alimentando, *ad libitum*, do pulgão *A. gossypii* que infestava as plantas de algodão. Três dias após as liberações, já na fase de pupa, iniciaram-se as observações quanto ao número de pupas encontradas em relação

ao total de larvas liberadas por planta, bem como quanto ao local preferido para pupação.

Neste experimento não foram adicionadas a graxa nas bordas dos vasos nem a pasta de vaselina no caule das plantas de algodoeiro, como efetuado para a avaliação dos parâmetros biológicos (subitem 4.1), deixando, dessa forma, as larvas livres para empuparem em qualquer lugar.

4.4 Tempo de busca de *Aphis gossypii* por larvas de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

Para este estudo avaliaram-se, individualmente, 150 larvas de *C. externa*. No primeiro ínstar, utilizaram-se 25 larvas recém-ecloídas e 25 larvas com 24 horas da eclosão, e no segundo e terceiro instares, 25 larvas logo após a ecdise e outras 25 com 24 horas após esse processo. Durante toda a fase larval até o momento das liberações, as larvas foram alimentadas *ad libitum*, em laboratório, com o pulgão *A. gossypii*.

Em um vaso de polietileno, com capacidade para cinco litros, contendo uma planta de algodoeiro infestada com *A. gossypii* em uma densidade média de 200 pulgões, liberou-se uma larva do predador. As liberações foram efetuadas na face adaxial, sempre da mesma folha, disposta no terço superior da planta. Cronometrou-se o tempo em que a presa ficou exposta ao predador, desde a sua liberação até a captura (tempo de busca). Logo após a cronometragem do tempo de busca da primeira larva, procedeu-se a liberação da segunda, sempre na mesma folha, até completar o total de 25 larvas.

4.5 Análise estatística

O delineamento foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e 25 repetições para o tempo de busca e quatro tratamentos e cinco repetições para o efeito de diferentes coberturas de solo sobre a porcentagem de

pupação. Os dados obtidos para o tempo de busca foram transformados para \sqrt{x} e aqueles referentes ao efeito dos tipos de cobertura de solo sobre a porcentagem de pupação foram transformados para arco-seno da \sqrt{x} , antes de se proceder à análise de variância. Utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade (Scott e Knott, 1974).

Para o estudo da influência da idade das fêmeas sobre a capacidade de oviposição e a duração do período embrionário, a análise de variância foi complementada com a análise de regressão (Gomes, 1990). Com relação à influência da idade das fêmeas sobre a viabilidade dos ovos, calculou-se a média e o erro padrão. Estes parâmetros avaliados também foram correlacionados (análise de correlação de Pearson) com os fatores climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) e com a idade das fêmeas. Para os parâmetros biológicos relacionados às fases imaturas e adulta, calculou-se a média e o erro padrão.

4.6 Aspectos comportamentais de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

O estudo do comportamento das fases imaturas e adulta de *C. externa* foi realizado através da observação dos indivíduos avaliados nos experimentos descritos nos sub-itens 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, durante todo o seu desenvolvimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos biológicos e comportamentais das fases imaturas de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

5.1.1 Fase de larva

Em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação, as larvas de *C. externa* passaram por três instares, concordando com as observações realizadas por Aun

(1986) e Ribeiro (1988), em laboratório, e por Boregas (2000), em casa-de-vegetação, para essa mesma espécie.

Observou-se uma duração média de $16,6 \pm 0,3$ dias para a fase de larva (Tabela 1). A duração de cada ínstar, bem como da fase larval de *C. externa*, foi maior quando comparada aos resultados de Boregas (2000) em casa-de-vegetação, o qual, estudando a biologia dessa mesma espécie, verificou que a duração de toda a fase de larva variou de $5,5 \pm 0,4$ a $6,1 \pm 0,4$ dias. Tais diferenças devem-se, provavelmente, à qualidade do alimento oferecido, o qual, naquele estudo, foram ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), ou ao tipo de recipiente empregado (tubos de vidro e gaiolas plásticas), ou ainda à época do ano em que os experimentos foram conduzidos. No presente trabalho, os estudos foram feitos durante o inverno, caracterizado por baixas precipitações e umidade relativa do ar e temperaturas médias reduzidas, enquanto os estudos de Boregas (2000) ocorreram no verão. As médias da temperatura e umidade relativa do ar no período de condução do experimento encontram-se na Figura 1.

TABELA 1. Duração (\pm EP)¹, em dias, das fases imaturas de *Chrysoperla externa* em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fases imaturas	Duração
Primeiro ínstar	$6,1 \pm 0,1$
Segundo ínstar	$5,1 \pm 0,1$
Terceiro ínstar	$5,4 \pm 0,2$
Fase de larva	$16,6 \pm 0,3$
Fase de pré-pupa	$6,3 \pm 0,2$
Fase de pupa	$13,8 \pm 0,1$

¹ = erro padrão.

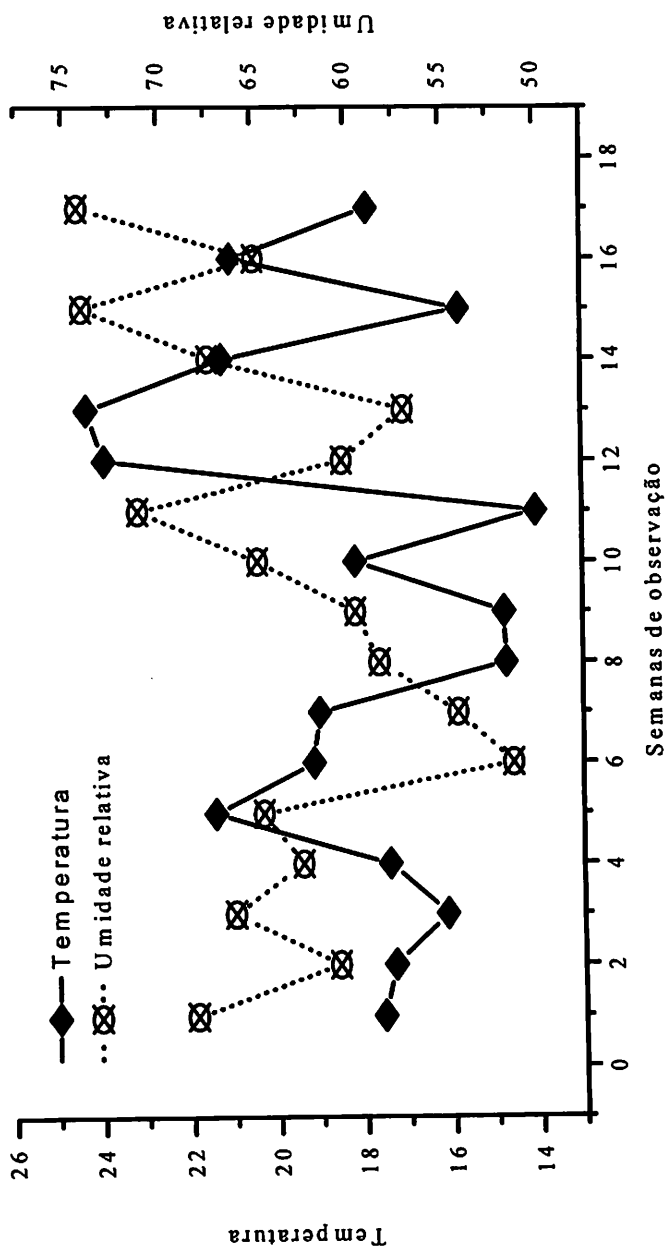


FIGURA 1. Temperatura média semanal (°C) e umidade relativa do ar (%) em casa-de-vegetação durante as dezessete semanas de condução dos experimentos. UFLA, Lavras - MG, 2001.

Durante as avaliações, as larvas foram encontradas, preferencialmente, na face abaxial das folhas do algodoeiro, provavelmente pelo fato de as presas concentrarem-se, em sua maioria, neste local, bem como pela necessidade de se abrigarem ou permanecerem em locais menos expostos. Outra hipótese está relacionada à proteção contra a incidência direta dos raios luminosos, uma vez que, em laboratório, tais observações já foram constatadas (Ribeiro, 1988), ou seja, quando não estão se alimentando ou em busca de presas, as larvas permanecem em esconderijos do substrato em que se desenvolvem.

5.1.2 Fases de pré-pupa e pupa

A duração média da fase de pré-pupa foi de $6,3 \pm 0,2$ dias, sendo menor do que a verificada para a fase de pupa, que correspondeu a $13,8 \pm 0,1$ dias (Tabela 1), reafirmando resultados obtidos em laboratório por diversos autores (Aun, 1986; Ribeiro, 1988; Kubo, 1993; Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994; López, 1996; Macedo, Soares e Costa, 1998; Maia, 1998; Silva, 1999; Figueira, Carvalho e Souza, 2000; Fonseca, Carvalho e Souza, 2000; López-Arroyo, Tauber e Tauber, 2000; Macedo, Costa e Soares, 2000), bem como em casa-de-vegetação, por Boregas (2000), para essa mesma espécie de crisopídeo.

5.2 Aspectos biológicos e comportamentais de adultos de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

5.2.1 Períodos de pré-oviposição, oviposição, efetivo de oviposição e pós-oviposição

O acasalamento não foi observado durante o dia, possivelmente por se tratar de um hábito noturno. A oviposição também ocorreu especialmente à noite, como constatado por Ru *et al.* (1975) para *C. externa* (= *Chrysopa lanata lanata*) e por New (1975) para outras espécies de crisopídeos.

O resultado obtido para o período de pré-oviposição (Tabela 2) foi próximo ao verificado por Boregas (2000), alimentando adultos dessa mesma espécie com lêvedo de cerveja e mel em duas consistências, semilíquida e pastosa, em casa-de-vegetação, o qual constatou uma duração de $7,0 \pm 0,3$ e $7,0 \pm 0,7$ dias, respectivamente.

Para o período de oviposição, o resultado verificado também foi semelhante ao de Boregas (2000) quando utilizou a dieta na consistência semilíquida, o qual obteve uma duração média de $38,0 \pm 7,0$ dias. Da mesma forma, o período efetivo de oviposição foi semelhante ao encontrado por esse autor, que verificou uma duração média de $35,0 \pm 7,3$ dias para fêmeas alimentadas com essa mesma dieta, fornecida na mesma consistência.

As diferenças entre os resultados obtidos para a fase de larva neste trabalho e aqueles encontrados por Boregas (2000), as quais foram atribuídas ao tipo de alimento, às condições de criação e à época de condução dos experimentos (sub-item 5.1.1), não persistiram na fase adulta. Esses resultados indicam que a ação desses fatores na fase de larva não afetou as características biológicas dos adultos. Dessa forma, pode-se dizer que determinadas adversidades sofridas pelas larvas podem ser compensadas nas fases subseqüentes, de tal forma que os adultos obtidos sejam capazes desempenhar normalmente suas atividades reprodutivas.

A duração média do período de pós-oviposição verificada neste estudo ($3,1 \pm 1,3$ dias) foi semelhante à constatada por Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991) para adultos mantidos em laboratório e alimentados com a mesma dieta, a qual correspondeu a 2,8 dias, em média.

TABELA 2. Parâmetros biológicos da fase adulta (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa* em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fase adulta	Duração (dias)
Período de pré-oviposição	7,9 \pm 0,3
Período de oviposição	42,3 \pm 5,4
Período efetivo de oviposição	39,9 \pm 5,8
Período de pós-oviposição	3,1 \pm 1,3
Longevidade dos adultos	56,0 \pm 4,2
Longevidade dos machos	61,8 \pm 4,5
Longevidade das fêmeas	49,0 \pm 5,6
Capacidade de oviposição	Ovos/fêmea
Número total	428,5 \pm 85,2
Número diário	9,0 \pm 1,0

¹ = erro padrão.

5.2.2 Longevidade

A longevidade média de *C. externa*, independentemente do sexo, foi de 56,0 \pm 4,2 dias (Tabela 2), resultado superior ao encontrado por Boregas (2000) para essa mesma espécie, mantida em casa-de-vegetação e alimentada com a mesma dieta em diferentes consistências. Em condições de laboratório, Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991) encontraram uma longevidade de 83,2 dias, superior à obtida neste estudo.

Os machos apresentaram uma longevidade média superior à das fêmeas, podendo-se supor que este fato tenha ocorrido em virtude das fêmeas destinarem grande parte de suas reservas nutricionais à produção de ovos. Esses resultados concordam com os de Carvalho, Canard e Alauzet (1996) para essa mesma espécie, os quais verificaram uma longevidade de 112,5 \pm 10,4 dias para os machos e 88,4 \pm 11,2 dias para as fêmeas. No entanto, diferem daqueles obtidos por Boregas (2000) em casa-de-vegetação, para essa mesma espécie, o qual verificou uma longevidade média de 48 dias para as fêmeas, enquanto os

machos viveram, em média, 37 dias. Diferiram também dos resultados de Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991), em laboratório, que constataram uma longevidade de 86 dias para as fêmeas e 80,3 dias para os machos.

5.2.3 Capacidade de oviposição

As fêmeas de *C. externa* realizaram a postura de ovos pedicelados, os quais foram depositados nos mais variados locais, como no limbo e pecíolo foliares, caule, solo, paredes laterais da gaiola, mas, preferencialmente, na parte superior da gaiola, aderidos ao filme de pvc laminado. Isso pode ser explicado pelo fato desses insetos apresentarem um fototropismo positivo, como mencionado por Canard e Principi (1984).

O número total de ovos/fêmea foi de $428,5 \pm 85,2$, e o número de ovos/dia/fêmea, de $9,0 \pm 1,0$ (Tabela 2). Esses resultados aproximaram-se daqueles encontrados por Boregas (2000) para essa mesma espécie, mantida em casa-de-vegetação e alimentada, na fase adulta, com lêvedo de cerveja e mel na consistência semilíquida e na fase larval, com ovos de *A. kuehniella*, os quais foram de $387,8 \pm 86,2$ ovos/fêmea e $10,0 \pm 0,5$ ovos/dia/fêmea.

Essas comparações demonstram que o tipo de presa consumida na fase larval não afetou a capacidade de oviposição de *C. externa*, confirmando resultados já verificados por Ribeiro, Carvalho e Matioli (1993) para essa espécie, em condições de laboratório.

5.3 Influência da idade das fêmeas de *Chrysoperla externa* sobre a capacidade de oviposição, viabilidade dos ovos e período embrionário

Pela curva de regressão ajustada ao modelo quadrático, verificou-se um aumento no número de ovos produzidos a partir da primeira semana de oviposição, atingindo uma estabilização dos 21 aos 49 dias. A partir daí, houve um acentuado decréscimo na capacidade de oviposição, estando possivelmente

relacionado com a idade das fêmeas (Figura 2). A menor quantidade de ovos depositados ocorreu na última semana de vida de *C. externa*, ou seja, próximo aos 60 dias de idade.

Os resultados obtidos para a média semanal de ovos produzidos sugerem que o pico de oviposição verificado dos 42 aos 49 dias após a primeira postura (Figura 2) tenha ocorrido devido a uma segunda cópula efetuada a partir dos 28 dias, já que o acasalamento também tem influência no comportamento de oviposição dos crisopídeos, como salientado por Ribeiro e Carvalho (1991). Essa hipótese reafirma as observações de Hagen e Tassan (1970), os quais constataram que, em fêmeas de *C. carnea*, a oviposição prosseguiu, pelo menos, por 28 dias, ocorrendo, depois, um novo acasalamento. Da mesma forma, os resultados encontrados coincidem com aqueles obtidos por Jones, Lingrem e Bee (1977), também para *C. carnea*, os quais observaram um segundo acasalamento após um período de 30 dias do início da oviposição.

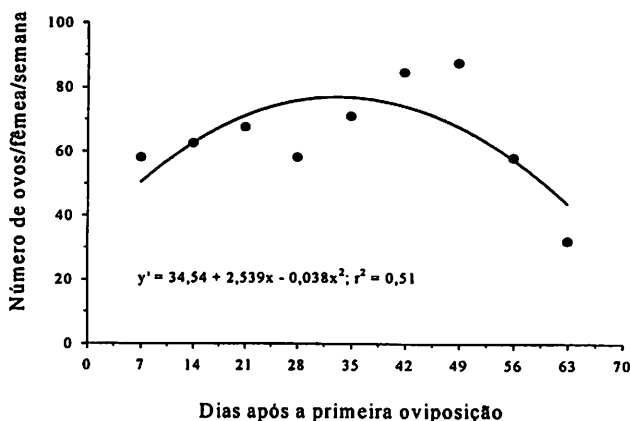


FIGURA 2. Número médio de ovos produzidos por *Chrysoperla externa* mantida em casa-de-vegetação, em função da idade das fêmeas. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Embora o número de ovos produzidos em função da idade das fêmeas tenha se ajustado ao modelo quadrático, a análise de correlação entre esses dois fatores não foi significativa (Tabela 3). Da mesma forma, a correlação entre a capacidade de oviposição e a temperatura evidenciou que esse fator não afetou significativamente o número de ovos produzidos. No entanto, a correlação com a umidade relativa do ar foi significativa e positiva, caracterizando um aumento no número de ovos, associado a um aumento desse fator climático. No Brasil, a única referência sobre o efeito da umidade relativa do ar sobre populações de *C. externa* é de Souza (1999), o qual observou uma correlação negativa entre o número de adultos capturados em pomar de citros e a elevação desse fator, mostrando que as condições mais secas favorecem significativamente o aumento da densidade populacional de *C. externa*. Pode-se constatar que houve divergências quanto ao efeito da umidade relativa do ar sobre o número de ovos produzidos em casa-de-vegetação e o número de adultos capturados no campo. Isso sugere que apesar de serem encontrados em uma alta densidade populacional durante o inverno, os adultos de *C. externa* poderão estar em um período de baixa atividade reprodutiva, caracterizada por uma redução na produção de ovos. Porém, Souza (1999) não efetuou o levantamento das fases imaturas dessa espécie para que essa hipótese pudesse ser confirmada.

Com relação à viabilidade dos ovos de *C. externa* (Figura 3A), verificou-se um decréscimo progressivo até os 28 dias do início da oviposição, seguido por uma elevação até os 42 dias, com uma queda aos 49 dias. O maior percentual de ovos viáveis foi registrado aos 42 dias (100%), e o menor, aos 28 dias (22,2%).

No que se refere ao número de ovos inférteis (Figura 3B), observou-se um acréscimo na sua porcentagem do início da oviposição até os 28 dias, decrescendo a partir desse período. Não foi constatado nenhum ovo infértil na amostragem realizada aos 42 dias.

TABELA 3. Correlações de Pearson entre a temperatura, a umidade relativa do ar, a idade das fêmeas e o período embrionário, o número de ovos produzidos e o percentual de ovos viáveis e inférteis de *Chrysoperla externa*, mantida em casa-de-vegetação. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Variável	Parâmetros	n	r	T	Significância
Temperatura	Per. embrionário	41	-0,6979	-6,0852	0,0000 *
	Número de ovos	75	0,0021	0,0180	0,4928 ns
	Ovos viáveis	64	-0,0431	-0,3400	0,3669 ns
	Ovos inférteis	64	0,0299	0,2357	0,4068 ns
Umidade	Per. embrionário	41	0,1635	1,0349	0,1535 ns
	Número de ovos	75	0,1963	1,7104	0,0436 *
	Ovos viáveis	64	-0,0086	-0,0677	0,4730 ns
	Ovos inférteis	64	0,0092	0,0721	0,4713 ns
Idade	Per. embrionário	41	-0,5116	-3,7187	0,0003 *
	Número de ovos	75	0,1374	1,1848	0,1181 ns
	Ovos viáveis	64	0,1603	1,2784	0,1006 ns
	Ovos inférteis	64	-0,0619	-0,4881	0,3128 ns

n = número de observações.

r = correlação.

T = valor do teste.

* = significativo ($P \leq 0,05$).

ns = não significativo.

A viabilidade de 100% constatada aos 42 dias implicou em 0% de ovos inférteis (Figuras 3A e 3B). Da mesma forma, a redução da viabilidade dos ovos verificada aos 28 dias do período de oviposição (Figura 3A) foi associada ao aumento da porcentagem de ovos inférteis ocorrido nesse período (Figura 3B). A infertilidade é caracterizada pela produção de ovos não fertilizados, ou seja, ovos nos quais não houve a formação do embrião. Esses resultados reforçam a consideração efetuada anteriormente sobre a possibilidade de um segundo acasalamento, uma vez que, logo após um período de baixa viabilidade, seguiu-se uma fase de alta porcentagem de ovos viáveis e baixa de ovos inférteis.

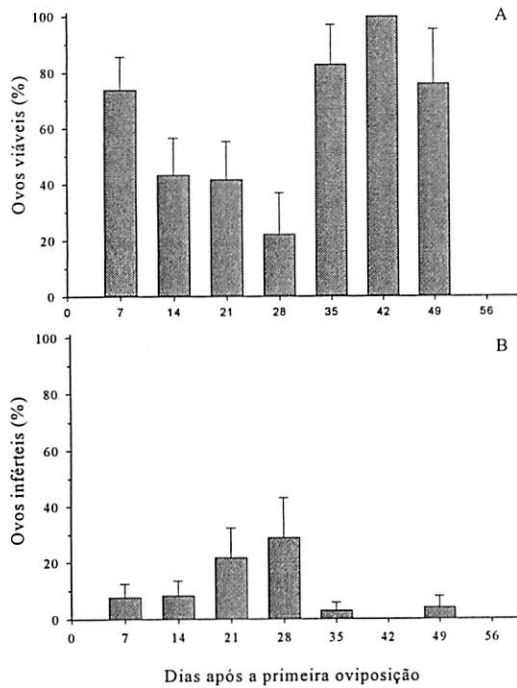


FIGURA 3. Ovos viáveis (A) e inférteis (B) (média + erro padrão), em %, produzidos por *Chrysoperla externa*, mantida em casa-de-vegetação, em função da idade das fêmeas. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Não houve correlação significativa entre a viabilidade e o número de ovos inférteis de *C. externa* e a temperatura, a umidade relativa do ar e a idade das fêmeas (Tabela 3).

Pela curva de regressão ajustada ao modelo quadrático, constatou-se uma homogeneidade na duração do período embrionário até os 28 dias, decrescendo a partir dos 35 dias em função da idade das fêmeas, sendo a maior e a menor duração, de 7,8 e 5,3 dias, verificadas aos 35 e 49 dias, respectivamente (Figura 4).

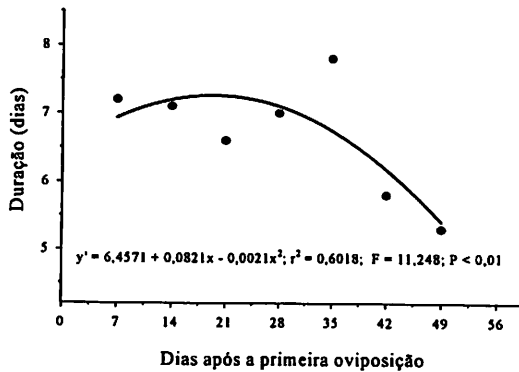


FIGURA 4. Duração média, em dias, do período embrionário de *Chrysoperla externa*, mantida em casa-de-vegetação, em função da idade das fêmeas. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Através da análise de correlação (Tabela 3), não se verificou efeito significativo entre o período embrionário e a umidade relativa do ar na casa-de-vegetação. No que se refere ao efeito desse fator abiótico sobre embriões de crisopídeos, Canard e Principi (1984) salientaram a inexistência de qualquer influência sobre a duração do desenvolvimento de ovos mantidos na faixa de 20 a 80%, amplitude que inclui a ocorrida neste experimento (Figura 1). Entretanto, a duração desse período foi significativamente afetada pela temperatura e pela idade das fêmeas, observando-se uma correlação negativa para ambas as variáveis confrontadas (Tabela 3). Dessa forma, pode-se constatar que aumentando a temperatura e a idade das fêmeas, há um aumento na velocidade de desenvolvimento do embrião, implicando em uma redução do período embrionário.

As elevações ou quedas na temperatura média semanal tiveram influência na duração da fase embrionária, implicando em uma redução ou prolongamento, respectivamente (Figuras 1 e 4). Deve-se salientar que os experimentos sobre a duração do período embrionário foram desenvolvidos

entre a nona e a décima quinta semanas do início das pesquisas com *C. externa* em casa-de-vegetação.

Fonseca (1999), Silva (1999), Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Maia, Carvalho e Souza (2000) verificaram, também para *C. externa* mantida em laboratório, que havendo um aumento na temperatura, ocorre um decréscimo na duração do período embrionário. Contudo, uma explicação para a redução desse período associada à idade das fêmeas não foi encontrada na literatura.

5.4 Influência de diferentes coberturas de solo na porcentagem de pupação de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

Observou-se que houve influência da cobertura do solo na porcentagem de pupação de *C. externa* em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação (Figura 5). Pelos resultados obtidos, constatou-se que em solo sem nenhuma cobertura, mantido no limpo, a porcentagem de pupas obtidas foi afetada negativamente. Nesse caso, antes de completarem o seu desenvolvimento, as larvas abandonaram as plantas nas quais se encontravam e saíram à procura de um local protegido para confeccionarem os casulos, já que não existia nenhuma proteção ao redor dos vasos que pudesse evitar a sua fuga.

Quando se utilizaram britas ou folhas secas de algodoeiro, bem como esses dois substratos juntos, a porcentagem de pupas encontradas foi maior, não sendo verificadas diferenças significativas entre eles. O uso simultâneo dos dois tipos de cobertura acarretou $66,7 \pm 10,5\%$ de pupação (Figura 5), confirmando os relatos de Canard e Principi (1984) e Silva (1991) de que as larvas dos crisopídeos necessitam de um substrato para a confecção dos seus casulos, com função de proteção contra o ataque de predadores e parasitóides de pupas, bem como condições climáticas adversas, como, por exemplo, alta ou baixa precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar.

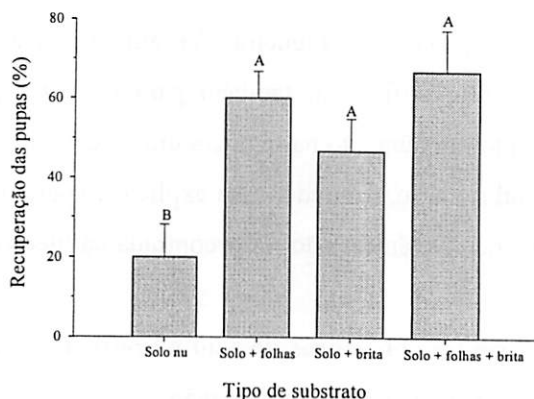


FIGURA 5. Influência de diferentes tipos de substratos sobre a porcentagem de pupação (média + erro padrão) de *Chrysoperla externa* mantida em casa-de-vegetação. UFLA, Lavras - MG, 2000.

As pupas foram encontradas nos mais variados locais, como no solo limpo, nas bordas dos vasos, entre as britas, nas folhas secas e em todas as partes da planta, sendo que o maior número foi verificado na face abaxial das folhas de algodoeiro. Miwa, Freitas e Ferreira (1996), estudando a estratégia de pupação de *C. externa* em plantas de milho, também constataram a presença de pupas nos mais variados locais; no entanto, a parte superior das folhas foi o local preferido para pupação, correspondendo a 19,0%. Canard e Prudent (1978) verificaram que as larvas de *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758) empuparam em diferentes substratos, sendo mais abundantes em vermiculita seca.

Mesmo se verificando uma maior porcentagem de pupação nas folhas de algodoeiro, constatou-se a importância da cobertura do solo como local para o desenvolvimento dessa fase. Esse fato pode estar relacionado à procura de locais de refúgio e proteção, resultando em uma alternativa para preservação de *C. externa* em áreas cultivadas.

5.5 Tempo de busca de *Aphis gossypii* por larvas de *Chrysoperla externa* em casa-de-vegetação

Não houve diferenças significativas entre o tempo de busca de larvas de primeiro ínstar recém-eclodidas e larvas de segundo e terceiro ínstares logo após sofrerem a ecdise (Figura 6); entretanto, observou-se, para larvas do primeiro e do segundo ínstares, uma maior capacidade de busca do pulgão *A. gossypii*, quando comparado ao terceiro ínstar. O menor peso corporal nos dois primeiros ínstares, provavelmente, conferiu uma maior agilidade às larvas. Em experimento conduzido sob condições ambientais controladas e usando a mesma metodologia, Fonseca (1999) também observou uma maior capacidade de busca do pulgão *S. graminum* por larvas de *C. externa*, quando no primeiro ínstar. No entanto, Auad (2000) observou que o tempo de busca de ninfas de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) por larvas do primeiro ínstar dessa mesma espécie de crisopídeo foi significativamente maior quando comparado aos resultados dos demais ínstares, devido, provavelmente, ao tamanho corporal dessa espécie de afídeo ser bem maior que o de *A. gossypii* ou *S. graminum*.

Embora as diferenças não tenham sido significativas, 24 horas após a ecdise verificou-se uma situação inversa, ou seja, as larvas do terceiro ínstar apresentaram um menor tempo de busca (Figura 6). Essa constatação pode estar associada ao fato de as larvas terem tido um contato prévio com a presa durante as 24 horas após a ecdise, passadas em laboratório. Dessa forma, após a sua liberação na planta de algodão, houve o reconhecimento da presa e as larvas passaram a procurá-la mais intensamente. Essas considerações se baseiam nas pesquisas com *C. externa*, efetuadas por Oliver (1964), que relatou haver uma aprendizagem das larvas para um determinado tipo de presa. Outra explicação refere-se ao fato de as larvas de *C. externa* serem extremamente vorazes quando no terceiro ínstar, como relatado por diversos autores (Ribeiro, 1988; Figueira,

1998; Fonseca, 1999 e Silva, 1999), em laboratório, e por Boregas (2000), em casa-de-vegetação. Esses autores reportaram que larvas nesse estágio de desenvolvimento apresentam um consumo médio da ordem de 80% do total predado durante toda a fase larval.

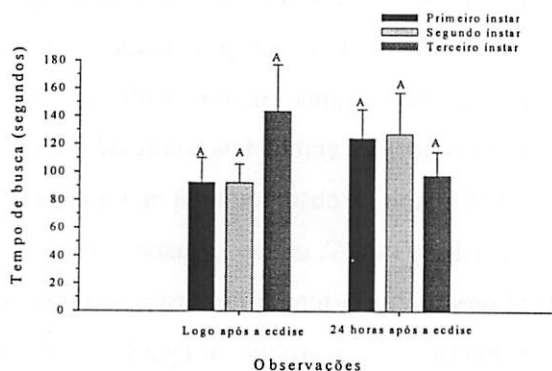


FIGURA 6. Tempo de busca (média + erro padrão), em segundos, de *Chrysoperla externa* em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação. UFLA, Lavras - MG, 2000.

6 CONCLUSÕES

- Larvas de *C. externa* desenvolveram-se em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação, infestado com o pulgão *A. gossypii*.
- O período embrionário de *C. externa* em casa-de-vegetação foi afetado pela oscilação da temperatura e pela idade das fêmeas.
- A fecundidade de *C. externa* foi afetada pela umidade relativa do ar, em condições de casa-de-vegetação.
- Os percentuais de ovos viáveis e inférteis não foram afetados pela temperatura, umidade relativa do ar e a idade das fêmeas de *C. externa*.

- Larvas de *C. externa* utilizaram a cobertura do solo para tecerem seus casulos.
- O tempo de busca de *A. gossypii* por *C. externa* não foi afetado pelo estágio de desenvolvimento larval do predador.

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 America. **Biological Control**, Orlando, v.4, n.1, p.8-13, 1994.
- AUAD, A.M. **Ocorrência de afídeos em alface no cultivo hidropônico e interação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae)**. Jaboticabal: UNESP, 2000. 131p. (Dissertação - Doutorado em Agronomia).
- AUN, V. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 65p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).
- BOREGAS, K.G.B. **Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação**. Lavras: UFLA, 2000. 62p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- CANARD, M.; PRINCIPI, M.M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (eds). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p.57-149.
- CANARD, M.; PRUDENT, P. Étude au laboratoire de la recherche du site de tissage du cocon par les larves de *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.24, n.1, p.11-21, 1978.

- CARVALHO, C.F.; CANARD, M.; ALAUZET, C. Comparison of the fecundities of the Neotropical green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) and the West-Palaeartic *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel) (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: CANARD, M.; ASPÖCK, H.; MANSELL, M.W. (eds). **Pure and applied research in neuropterology**. Cairo, Egito, 1996. p.103-107. (Proceedings of the International Symposium on Neuropterology, 5., 1994).
- CARVALHO, G.A.; SALGADO, L.O.; RIGITANO, R.L.O.; VELLOSO, A.H.P.P. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.23, n.2, p.335-339, 1994.
- CLIMANÁLISE - Boletim de monitoramento e análise climática. Cachoeira Paulista - SP, v.13, n.6, p.45, 1998.
- FIGUEIRA, L.K. Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). Lavras: UFLA, 1998. 100p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.319-326, abr./jun. 2000.
- FONSECA, A.R. 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 Agronomia).
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.29, n.2, p.309-317, 2000.
- GOMES, F.P. O uso da regressão na análise de variância. In: GOMES, F.P. (ed.). **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba, 1990. p.227-243.

- HAGEN, K.S.; TASSAN, R.L. The influence of food wheat and related *Saccharomyces fragilis* yeast products and the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.102, n.7, p.806-811, July 1970.
- HYDORN, S.; WHITCOMB, W.H. Effects of parental age at oviposition in progeny of *Chrysopa rufilabris*. **The Florida Entomologist**, Ottawa, v.65, n.2, p.79-85, Feb. 1972.
- JONES, S.L.; LINGREM, P.D.; BEE, M.J. Diel periodicity of feeding, mating and oviposition of adult *Chrysopa carnea*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.70, n.1, p.43-47, Jan. 1977.
- KUBO, R.K. Efeito de diferentes presas no desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Jaboticabal: UNESP, 1993. 97p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- 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: UNESP, 1996. 86p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- LÓPEZ-ARROYO, J.I.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. **Biological Control**, Orlando, v.18, n.1, p.165-171, 2000.
- MACEDO, L.P.M.; COSTA, R.I.F.; SOARES, J.J. Biology of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Erratum...** Foz do Iguaçu: SEB/Embrapa Soja, 2000. p.8.
- MACEDO, L.P.M.; SOARES, J.J.; COSTA, R.I.F. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB/COBRAFI, 1998. p.665.

- 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. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.81-86, jan./mar. 2000.
- MIWA, F.; FREITAS, S.; FERREIRA, R.J. Estratégia de empupação de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de milho. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: COBRAFI/Embrapa CNPSo, 1996. p.133.
- 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*, London, v.127, n.2, p.115-140, Jan./Mar. 1975.
- OLIVER, A.D. Studies on the biological control of the fall webworm *Hyphantria cunea* in Louisiana. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.57, n.3, p.314-318, June 1964.
- RIBEIRO, M.J. *Biologia de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, 1988. 131p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.35, n.2, p.423-427, set. 1991.
- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. *Biologia de adultos de Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas artificiais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.17, n.2, p.120-130, abr./jun. 1993.

- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. Influência da alimentação larval sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Prática*, Lavras, v.15, n.4, p.349-354, out./dez. 1991.
- RIBEIRO, M.J.; MATIOLI, J.C.; CARVALHO, C.F. Efeito da avermectina-B1 (MK-936) sobre o desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.11, p.1189-1196, nov. 1988.
- RU, N.; WHITCOMB, W.H.; MURPHEY, M; CARLYSE, T.C. Biology of *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, v.68, n.2, p.187-190, Mar. 1975.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. *Biometrics*, Raleigh, v.30, n.3, p.502-512, Sept. 1974.
- SILVA, G.A. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), em diferentes temperaturas. Lavras: UFLA, 1999. 52p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- SILVA, R.L.X. Aspectos bioecológicos e determinação das exigências térmicas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Lavras: ESAL, 1991. 160p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).
- SOUZA, B. Estudos morfológicos do ovo e da larva de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e influência de fatores climáticos sobre a flutuação populacional de adultos em citros. Lavras: UFLA, 1999. (Dissertação – Doutorado em Agronomia).

CAPÍTULO 3

MACEDO, Lúcio Pacelli Medeiros. **Influência do fotoperíodo sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)¹.**

1 RESUMO

Este trabalho objetivou estudar a influência de diferentes fotoperíodos sobre alguns parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), utilizando-se 8; 10; 12; 14 e 16 horas de luz, em temperatura de 25 ± 2 °C, UR de $60 \pm 10\%$ e intensidade luminosa de cerca de 1500 lux. Utilizaram-se ovos recém-ovipositados, provenientes da criação de manutenção (fotofase de 12 horas) do Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, os quais foram transferidos para as diferentes condições fotoperiódicas a serem avaliadas. Após a eclosão, as larvas foram alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 20 repetições. Para o estudo da fase adulta, foram utilizados seis casais recém-emergidos, oriundos da mesma criação de manutenção, os quais foram submetidos às diferentes condições fotoperiódicas. Os insetos foram alimentados com lêvedo de cerveja e mel (1:1) e o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. O fotoperíodo não influenciou a duração da fase embrionária, que foi, em média, de 5,0 dias. Ocorreu uma diminuição progressiva na duração das fases de larva, pré-pupa e pupa em função do aumento da fotofase, sendo de 9,9; 4,2 e 8,5 dias, sob fotofase de 8 horas e de 9,1; 3,1 e 7,0 dias sob 16 horas, respectivamente. A viabilidade da fase larval também foi reduzida sob condições de fotofases mais longas, correspondendo a 100% e 90%, a 8 e 16 horas de luz, respectivamente. Não houve efeito do fotoperíodo na porcentagem de mortalidade da fase farata, que foi de 20% nas fotofases de 8 e 10 horas e 5% com 16 horas de luz. A duração do período de pré-oviposição não foi influenciada pelos fotoperíodos, porém, o número de ovos/fêmea decresceu com o aumento da fotofase, com uma produção média de 748,2 ovos com 8 horas de luz e de 233,0 ovos com 16 horas, não sendo verificados quaisquer sintomas de diapausa reprodutiva ou mudança de cor nos adultos. A viabilidade dos ovos foi afetada pelo número de horas de luz, sendo de 93,3% com 8 horas e de 90% com 16 horas de luz.

¹ Orientadora: Brígida Souza – UFLA.

2 ABSTRACT

MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Influence of the photoperiod on biological aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)¹.**

This work investigated the influence of various photoperiods on some biological aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), by utilizing 8, 10, 12, 14 and 16 hour-photophase at 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ RH and light intensity of about 1,500 lux. Eggs from rearing in 12 hour-photophase in the laboratory of the Department of Entomology of the Federal University of Lavras (UFLA) – MG, Brazil were transferred to different photoperiodic conditions to be evaluated and the larvae were fed on eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). The experimental design was the completely randomized with 20 replicates. In the other experiment, adult couples newly-emerged from the same rearing were submitted to varying photoperiodic conditions and fed on yeast and honey (1:1). The experiment was conducted in completely randomized design with six replicates. Photoperiod did not influence the duration of the embryonic period, which was of 5.0 ± 0.0 days for all the conditions. A progressive decrease in the duration of the larval, prepupal and pupal stages in terms of the increased photophase occurred, its being of 9.9, 4.2 and 8.5 days, under 8 hour-photophase and of 9.1, 3.1 and 7.0 days under 16 hours, respectively. The survival of the larvae was also reduced under conditions of longer photophases, corresponding to 100% under 8 hour-photophase and 90% under 16 hours. There was no effect of photoperiod on the mortality of the pharate stage, which was of 20% under 8 - 10 hour-photophase and 5% under 16 hours. The preoviposition period was not influenced by the photoperiods, but the number of eggs/female decreased with increasing photophase with a fecundity of 748.2 eggs under 8 hour-photophase and 233.0 eggs under 16 hours. No development of reproductive diapause or color change were verified. The number of hatched eggs was affected by the photophase, its being of 93.3 % under 8 hours and 90% under 16 hours of light.

¹ Adviser: Brígida Souza – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Os fatores abióticos e as alterações climáticas podem afetar consideravelmente o potencial reprodutivo e o desenvolvimento dos insetos. Os fatores do clima, especialmente a temperatura, a umidade relativa do ar e o fotoperíodo, podem atuar positiva ou negativamente sobre o número de indivíduos em uma população.

Ao contrário da temperatura e umidade, a luz pode ser ou não favorável em qualquer faixa, pois existem insetos que se desenvolvem no escuro e outros no claro. Os efeitos do fotoperíodo nos organismos não só proporcionam adaptações bioclimáticas, como também organizam temporariamente os processos internos de respostas aos estímulos externos dos insetos (Silveira Neto *et al.*, 1976).

O fotoperíodo constitui um dos elementos ambientais mais seguros, pelo qual os organismos regulam suas atividades nas regiões de clima temperado, sendo invariável para uma mesma localidade e estação do ano. Esse fator afeta principalmente os ritmos biológicos, circadianos, lunares e estacionais, bem como o comportamento dos insetos (Silveira Neto *et al.*, 1976).

A manipulação do fotoperíodo pode trazer informações importantes para a melhoria das técnicas de criação de insetos em laboratório. Muitas pesquisas têm evidenciado as melhores condições para a criação de Chrysopidae, existindo inúmeros relatos acerca da temperatura ótima, visando ao sucesso biológico desses insetos. Com relação à umidade relativa do ar, Canard e Principi (1984) mencionaram que os crisopídeos desenvolvem-se normalmente e mantêm suas atividades reprodutivas na faixa de 20 a 80%. No que concerne ao fotoperíodo, os trabalhos existentes estão, em sua maioria, limitados a alguns países de clima temperado.

O número ideal de horas de luz a ser utilizado nas criações de crisopídeos depende, principalmente, da origem geográfica da espécie. Para populações oriundas da Região Holoártica, recomenda-se uma fotofase de 16 horas, pois em luminosidade inferior, esses insetos tendem a entrar em diapausa, quer seja no estágio pré-imaginal ou adulto (Sissoko, 1987). Tauber e Tauber (1986), estudando o efeito do fotoperíodo sobre *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), uma espécie de ocorrência generalizada nos países do hemisfério norte (Adams e Penny, 1985), verificaram que a diapausa ocorreu na fase adulta, sendo caracterizada pela paralização do desenvolvimento dos ovários, acúmulo de tecido gorduroso e alteração da cor verde-vivo para castanho-amarelado. Canard, Carvalho e Sissoko (1994) observaram uma diapausa ovariana em *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972), com variações significativas no período de pré-oviposição.

Para as espécies sul-americanas de Chrysopidae, apenas são conhecidos os resultados de Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), os quais, estudando a influência de diferentes condições fotoperiódicas sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) proveniente de Honduras, Chile e Brasil, comprovaram a incidência de diapausa reprodutiva apenas na população oriunda do Chile, na qual a capacidade de oviposição foi inversamente relacionada ao comprimento do dia. Populações oriundas de Honduras e do Brasil apresentaram alta capacidade reprodutiva, sem a ocorrência de diapausa, em todas as condições fotoperiódicas avaliadas.

É importante destacar que a maioria das pesquisas desenvolvidas, especialmente com *C. externa*, está voltada ao conhecimento de sua biologia, utilizando fotofase controlada, variando de 12 a 14 horas (Carvalho e Souza, 2000).

Com base na escassez de informações relacionada aos efeitos das condições fotoperiódicas sobre o desenvolvimento dos crisopídeos na Região

Neotropical, e também devido à importância desse fator sobre o desenvolvimento, a reprodução e o comportamento dos insetos em geral, objetivou-se, neste trabalho, estudar a influência do fotoperíodo sobre alguns aspectos biológicos das fases imaturas e adulta de *C. externa* em laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Influência do fotoperíodo sobre a biologia de *Chrysoperla externa*

Esse estudo foi realizado em um dos laboratórios de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, MG, em uma sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e intensidade luminosa de cerca de 1.500 lux. Avaliou-se a influência de diferentes fotofases (8, 10, 12, 14 e 16 horas de luz) sobre alguns aspectos biológicos das fases imaturas e adulta de *C. externa*, utilizando-se prateleiras divididas em secções, separadas lateralmente com isopor recoberto por cartolina preta e com luminosidade controlada.

Ovos com aproximadamente 14 horas da oviposição foram retirados de uma criação de *C. externa* mantida sob fotofase de 12 horas e individualizados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura. Para cada fotoperíodo a ser avaliado destinaram-se 20 ovos, cujas larvas, após a eclosão, foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), permanecendo sob essas condições até a emergência dos adultos. Avaliou-se a influência do fotoperíodo sobre a duração da fase embrionária, viabilidade dos ovos, número, duração e viabilidade de cada instar e das fases de larva, pré-pupa, pupa e o percentual de mortalidade na fase farata. Essa fase referiu-se à etapa do desenvolvimento compreendida entre a saída do casulo e a última ecdise, ocasião em que ocorre a expansão das asas.

Na fase adulta, foram utilizados seis casais de *C. externa*, oriundos da criação de manutenção, sob 12 horas de luz, os quais foram transferidos, logo após a emergência, para as diferentes condições fotoperiódicas a serem estudadas. Cada casal foi acondicionado em uma gaiola de pvc de 10 cm de diâmetro x 10 cm de altura, revestida internamente com papel de filtro branco, tendo a parte superior vedada com filme de polietileno e a inferior apoiada sobre um disco de papel de filtro branco. A alimentação consistiu de uma dieta à base de lêvedo de cerveja e mel na proporção de 1:1, pincelada em tiras de Parafilm®, fixadas na extremidade superior da gaiola e substituída a cada três dias. No fundo de cada gaiola foi colocado um frasco, contendo um algodão embebido em água destilada, que foi substituído semanalmente. Avaliou-se o período de pré-oviposição, o número e a viabilidade dos ovos durante 70 dias consecutivos a partir da primeira oviposição.

4.2 Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 20 repetições para as fases imaturas e seis repetições para a fase adulta. Os dados obtidos para a viabilidade das fases embrionária, larval, pré-pupal, pupal e o percentual de mortalidade na fase farata foram transformados para arco-seno \sqrt{x} , e aqueles referentes aos demais parâmetros, transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. Utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade (Scott e Knott, 1974).

Para o estudo do efeito do fotoperíodo sobre a duração e a viabilidade da fase de larva e a duração das fases de pré-pupa e pupa, bem como sobre o número de ovos produzidos, a análise de variância foi complementada com a análise de regressão (Gomes, 1990).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos

5.1.1 Período embrionário

Verificou-se que os embriões de *C. externa* completaram normalmente o seu desenvolvimento quando os ovos foram transferidos da criação de manutenção para as diferentes condições fotoperiódicas estudadas.

As variações na fotofase não afetaram a duração da fase embrionária de *C. externa*, que foi de $5,0 \pm 0,0$ dias para todas as condições estudadas. O mesmo foi verificado para a viabilidade dos ovos, que foi de $100 \pm 0,0\%$, independentemente da fotofase.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos de Tauber e Tauber (1974), os quais encontraram uma duração de $5,4 \pm 0,5$ e $5,3 \pm 0,5$ dias para o período embrionário de *Chrysoperla harrisii* (Fitch, 1855) (= *Chrysopa harrisii*), mantida em fotofases de 10 e 16 horas, respectivamente.

Em fotofase de 12 horas e temperatura de 24 °C, Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Maia, Carvalho e Souza (2000) encontraram, para *C. externa*, um período embrionário de $4,2 \pm 0,2$ e $4,5 \pm 0,5$ dias, respectivamente. Nessa mesma fotofase, com essa mesma espécie e em temperatura de 25 °C, a duração desse período foi de 4,0 dias (Silva, 1999).

Aun (1986) encontrou um período embrionário de 4,7 dias para *C. externa*, em fotofase de 14 horas e temperatura de 25 °C. Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) e López-Arroyo, Tauber e Tauber (2000) verificaram uma duração de 5,0 dias para essa mesma espécie, em fotofase de 16 horas e temperatura de 24 °C.

5.1.2 Fase de larva

5.1.2.1 Número e duração dos ínstaes

Constatou-se que as fotofases estudadas não alteraram o número de ínstaes de *C. externa*. Também não ocorreram diferenças significativas na duração de cada ínstar em função das diferentes condições fotoperiódicas avaliadas (Tabela 1).

Em todos os fotoperíodos observou-se que o primeiro e o terceiro ínstaes foram os mais prolongados, confirmando as observações efetuadas para essa mesma espécie de crisopídeo, em fotofase de 12 horas (Ribeiro, 1988; Figueira, 1998; Silva, 1999; Fonseca, Carvalho e Souza, 2000; Macedo, Costa e Soares, 2000; Maia, Carvalho e Souza, 2000), 14 horas (Aun, 1986) e 16 horas (Albuquerque, Tauber e Tauber, 1994; López-Arroyo, Tauber e Tauber, 2000).

Tauber e Tauber (1974) encontraram uma duração média para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes de *C. harrisii*, de $4,3 \pm 0,5$; $3,5 \pm 0,5$ e $3,5 \pm 0,5$ dias, respectivamente, em fotofase de 10 horas. Quando utilizaram 16 horas de luz, a duração média dos três ínstaes foi bastante semelhante, sendo de $4,1 \pm 0,4$; $3,5 \pm 0,6$ e $4,0 \pm 0,7$ dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, respectivamente. Pode-se observar que, de um modo geral, a duração dos ínstaes de *C. externa* foi menor que para *C. harrisii*, especialmente o segundo ínstar. Isto evidencia o efeito de outros fatores, tais como temperatura, tipo de alimento, ou mesmo as características inerentes à cada espécie de crisopídeo.

Em fotofase de 12 horas e temperatura de 24 °C, Fonseca (1999), alimentando as larvas de *C. externa* com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), obteve uma duração de $4,0 \pm 0,0$; $3,3 \pm 0,1$ e $3,5 \pm 0,1$ dias para cada ínstar, respectivamente. Maia, Carvalho e Souza (2000), nas mesmas condições, encontraram uma duração de $3,5 \pm 0,3$; $3,3 \pm 0,3$ e $3,8 \pm 0,4$ dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, respectivamente.

TABELA 1. Duração, em dias, e viabilidade, em %, dos ínstaes (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos, 25 \pm 2 °C e 70 \pm 10% UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fotoperíodo	Duração dos ínstaes			Viabilidade dos ínstaes		
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o
08:16	4,0 \pm 0,0 a	2,5 \pm 0,1 a	3,2 \pm 0,1 a	100 \pm 0,0 a	100 \pm 0,0 a	100 \pm 0,0 a
10:14	3,9 \pm 0,1 a	2,3 \pm 0,1 a	3,3 \pm 0,2 a	100 \pm 0,0 a	90 \pm 6,1 a	90 \pm 6,1 a
12:12	3,7 \pm 0,2 a	2,4 \pm 0,1 a	3,1 \pm 0,1 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a
14:10	3,8 \pm 0,1 a	2,3 \pm 0,1 a	3,0 \pm 0,2 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a
16:08	3,8 \pm 0,1 a	2,6 \pm 0,1 a	3,0 \pm 0,1 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

¹ = erro padrão.

Segundo Figueira, Carvalho e Souza (2000), em fotofase de 12 horas, a 24 °C, larvas de *C. externa* alimentadas com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) apresentaram uma duração de 3,5 \pm 0,5 dias para o primeiro, 3,0 \pm 0,0 dias para o segundo e 3,9 \pm 0,3 dias para o terceiro ínstar.

Aun (1986), utilizando fotofase de 14 horas e temperatura de 25 °C, observou que a duração média do primeiro, segundo e terceiro ínstaes de *C. externa*, alimentada com ovos de *A. kuehniella*, foi de 3,8; 2,9 e 3,3 dias, respectivamente.

Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) encontraram uma duração de 3,4 \pm 0,1; 2,8 \pm 0,1 e 4,0 \pm 0,1 dias para os três ínstaes de *C. externa*, alimentada com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) e o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), em fotofase de 16 horas e temperatura de 23,9 °C.

A viabilidade dos três ínstaes também não foi afetada significativamente pelos diferentes fotoperíodos (Tabela 1); contudo, pode-se verificar que as larvas mantidas em fotofase de 8 horas apresentaram uma

sobrevivência de $100 \pm 0,0\%$ em todos os ínstaes. Os resultados obtidos indicaram que, independentemente do estágio de desenvolvimento, as larvas de *C. externa* não manifestaram nenhum sintoma de diapausa em função do aumento das fotofases.

5.1.2.2 Duração e viabilidade da fase de larva

A duração da fase larval de *C. externa* diminuiu em função do aumento da fotofase, observando-se uma tendência de estabilização da curva de regressão entre 12 e 16 horas de luz. Esses resultados evidenciam uma maior sensibilidade das larvas a acréscimos no período de luz, a partir de fotofases mais curtas (8 a 12 horas de luz). Em fotofases superiores a 12 horas, ou seja, sob 14 e 16 horas de luz, não houve uma redução tão evidente na duração da fase de larva em relação à verificada sob as fotofases de 8 e 10 horas (Figura 1A).

O menor tempo de desenvolvimento da fase de larva foi observado quando os insetos foram mantidos nas fotofases de 14 e 16 horas, sendo de 9,1 dias para ambas as condições. A maior duração foi observada com 8 horas de luz, correspondendo a 9,9 dias, o que evidencia uma menor velocidade de desenvolvimento de larvas mantidas em fotofases mais curtas.

Quanto à viabilidade dessa fase, constatou-se uma resposta linear negativa em função do aumento do número de horas de luz, caracterizando uma redução na viabilidade da fase larval em função do aumento da fotofase (Figura 1B). Mesmo assim, observou-se um alto percentual de sobrevivência em todos os fotoperíodos estudados, sendo que o menor foi de 90%, na fotofase de 16 horas, e o maior, de 100%, na fotofase de 8 horas.

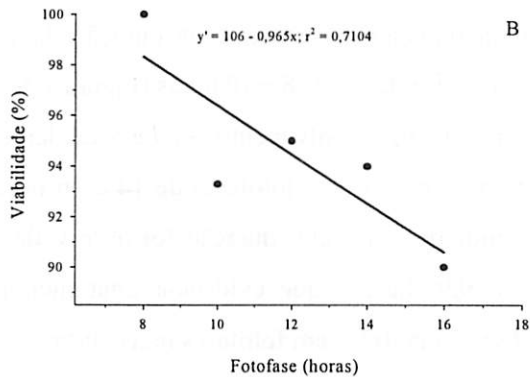
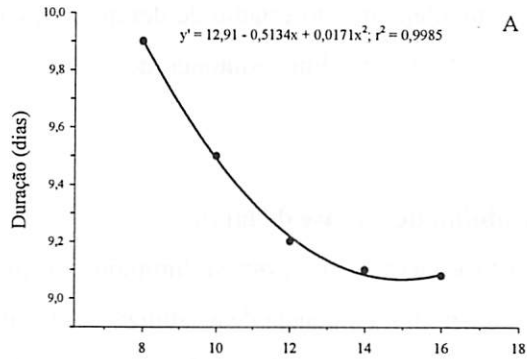


FIGURA 1. Duração média (A), em dias, e viabilidade (B), em %, da fase larval de *Chrysoperla externa* em função de diferentes fotoperíodos, $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

O aumento da velocidade de desenvolvimento das larvas criadas em fotofases mais longas foi acompanhado por uma redução na taxa de sobrevivência (Figuras 1A e 1B). A diminuição na duração dessa fase, em função do aumento da fotofase, é uma característica favorável para a utilização desse predador em controle biológico, tendo em vista que os insetos desenvolveram-se em um menor espaço de tempo. Embora essa redução seja

relativamente pequena, ela pode ser representativa, levando-se em consideração a produção em grande escala, uma vez que, nessas criações, são consideráveis os gastos com a criação da presa.

Figueira, Carvalho e Souza (2000) encontraram uma duração de $10,4 \pm 0,7$ dias e uma viabilidade de 100% para a fase larval de *C. externa*, alimentada com ovos de *A. argillacea* e mantida a 24 °C, sob uma fotofase de 12 horas. Maia (1998) e Fonseca (1999) verificaram, para larvas alimentadas com *S. graminum*, em fotofase de 12 horas e temperatura de 24 °C, um período larval de $10,6 \pm 0,6$ e $10,9 \pm 0,2$ dias, com sobrevivência de 97,2 e 100%, respectivamente.

Mesmo verificando-se influência fotoperiódica sobre a duração e a viabilidade da fase de larva (Figuras 1A e 1B), não foi observada a ocorrência de diapausa nesta fase do desenvolvimento de *C. externa*.

Segundo Aun (1986), a duração da fase de larva de *C. externa*, em fotofase de 14 horas e temperatura de 25 °C, foi de 10,1 dias, apresentando uma sobrevivência de 62,6%, percentual relativamente inferior ao obtido na presente pesquisa, que foi superior a 94% (Figura 1B).

5.1.3 Fases de pré-pupa e pupa

Constatou-se uma acentuada diminuição na duração da fase de pré-pupa com a elevação da fotofase de 8 para 12 horas, tendendo a uma estabilização a partir de 12 horas de luz (Figura 2A). A menor duração foi observada nas fotofases de 14 e 16 horas (3,1 dias), enquanto a maior, verificada na fotofase de 8 horas, correspondeu a 4,2 dias. Elevações da fotofase de 10 para 12 horas e de 12 para 14 horas de luz causaram um menor efeito sobre a duração da fase de pré-pupa, quando comparadas com a elevação de 8 para 10 horas. O efeito desse fator não foi verificado quando a elevação foi de 14 para 16 horas de luz,

supondo que, a partir de um certo número de horas de luz, o fotoperíodo não exerce influência sobre a duração da fase de pré-pupa.

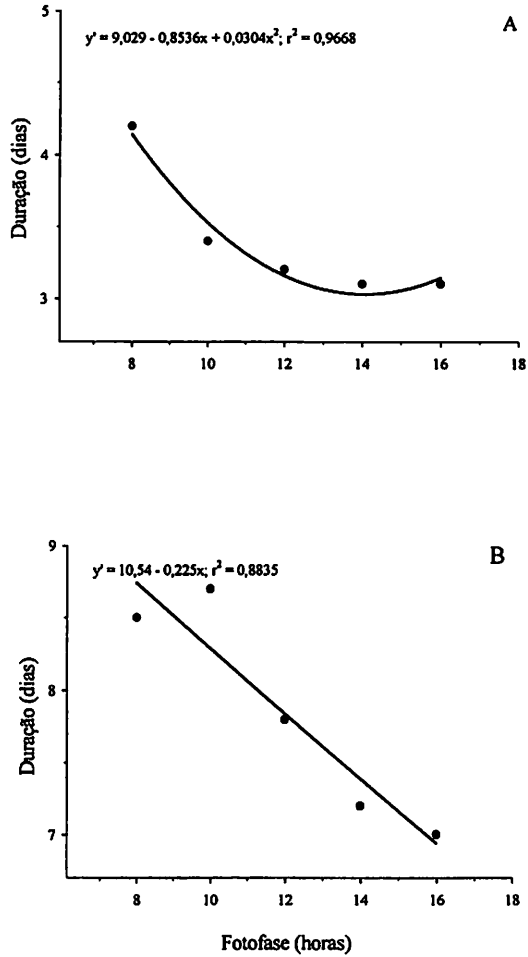


FIGURA 2. Duração média, em dias, das fases de pré-pupa (A) e pupa (B) de *Chrysoperla externa* em função de diferentes fotoperíodos, 25 ± 2 °C e $70 \pm 10\%$ UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Quanto à viabilidade da fase de pré-pupa, não se verificaram diferenças significativas em função dos diferentes fotoperíodos (Tabela 2); contudo, pode-se observar que em fotofases de 8 horas houve uma sobrevivência de 100%.

Com relação à fase de pupa, observou-se uma diminuição progressiva na sua duração em função do aumento da fotofase (Figura 2B), constatando-se uma maior variação quando a duração do período de luz foi aumentada de 10 para 12 horas. A menor duração foi de 7,0 dias, verificada em fotofase de 16 horas, e a maior, 8,7 dias, obtida com 10 horas de luz.

No que se refere à viabilidade dessa fase, também não foram detectadas diferenças significativas em função dos fotoperíodos estudados e os resultados obtidos foram exatamente os mesmos verificados para a fase de pré-pupa, correspondendo a $100 \pm 0,0\%$, com 8 horas de luz (Tabela 2).

Apesar da sensibilidade apresentada pelas pré-pupas e pupas, que tiveram a velocidade do seu desenvolvimento afetada pelo número de horas de luz, não foi constatado nenhum sintoma de diapausa nessas duas fases do desenvolvimento de *C. externa*.

A diminuição na duração dessas fases em função do acréscimo do número de horas de luz (Figuras 2A e 2B) é considerada uma vantagem para o controle biológico, como já discutido anteriormente para a fase de larva.

Tauber e Tauber (1974) encontraram, para as fases de pré-pupa e pupa de *C. harrisii*, em fotofase de 10 horas, uma duração de $4,5 \pm 0,5$ e $8,2 \pm 0,2$ dias, respectivamente; a 16 horas, observaram $3,6 \pm 0,8$ e $8,0 \pm 0,3$ dias.

Maia (1998), Fonseca (1999) e Figueira, Carvalho e Souza (2000) constataram que a duração da fase de pré-pupa de *C. externa*, em fotofase de 12 horas e temperatura de 24 °C, foi de $3,6 \pm 0,3$; $4,1 \pm 0,1$ e $3,0 \pm 0,0$ dias; a duração da fase de pupa foi de $7,2 \pm 0,8$; $7,4 \pm 0,1$ e $7,9 \pm 0,3$ dias, respectivamente.

TABELA 2. Viabilidade (\pm EP)¹, em %, das fases de pré-pupa e pupa de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos, 25 ± 2 °C e $70 \pm 10\%$ UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fotoperíodo	Viabilidade	
	Pré-pupa	Pupa
08:16	100 \pm 0,0 a	100 \pm 0,0 a
10:14	90 \pm 6,1 a	90 \pm 6,1 a
12:12	90 \pm 6,1 a	90 \pm 6,1 a
14:10	90 \pm 6,1a	90 \pm 6,1 a
16:08	95 \pm 5,0 a	95 \pm 5,0 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

¹ = erro padrão.

Aun (1986) encontrou, para *C. externa*, uma duração de 10,5 dias para todo o período de desenvolvimento dentro do casulo (pré-pupa + pupa), mantido a 25 °C e 14 horas de luz. Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) observaram, para essa mesma espécie, uma duração de $3,3 \pm 0,1$ e $7,6 \pm 0,1$ dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente, em fotofase de 16 horas e temperatura de 23,9°C.

5.1.4 Porcentual de mortalidade na fase farata

Não houve efeito dos fotoperíodos na porcentagem de mortalidade de *C. externa* na fase farata (Tabela 3). Mesmo não se constatando diferenças significativas, verificou-se que em fotofases mais curtas, ou seja, 8 e 10 horas de luz, houve um maior porcentual de insetos mortos nessa fase, e com 16 horas de luz obteve-se o menor porcentual. Esses resultados levam a crer que fotofases mais longas são favoráveis ao desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa*.

TABELA 3. Mortalidade na fase larvata (\pm EP)¹, em %, de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos, 25 \pm 2 °C e 70 \pm 10% UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fotoperíodo	Mortalidade
08:16	20,0 \pm 5,0 a
10:14	20,0 \pm 5,0 a
12:12	15,0 \pm 5,0 a
14:10	15,0 \pm 5,0 a
16:08	5,0 \pm 5,0 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

¹ = erro padrão.

5.2 Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos

5.2.1 Período de pré-oviposição

O período de pré-oviposição de *C. externa* não sofreu nenhuma influência dos fotoperíodos estudados, variando de 4,5 \pm 0,2 dias na fotofase de 14 horas até 6,8 \pm 1,2 dias sob 10 horas de luz (Tabela 4).

Em fotofases de 10 e 12 horas, Tauber e Tauber (1974) verificaram que fêmeas de *C. harrisii* entraram em diapausa reprodutiva, permanecendo sem ovipositar por 44,0 \pm 7,0 e 46,5 \pm 13,5 dias, respectivamente, o que não foi verificado para *C. externa* neste estudo. Em fotofase de 14 e 16 horas, o período de pré-oviposição de *C. harrisii* foi de 7,9 \pm 2,3 e 6,5 \pm 1,7 dias, aproximando-se dos resultados obtidos neste experimento para *C. externa*. As diferenças quanto ao período de pré-oviposição entre as duas espécies de crisopídeos devem-se, possivelmente, à sua origem geográfica, pois *C. harrisii* encontra-se distribuída na Região Holoártica e apresenta melhor adaptação a condições de dias longos, exigindo um maior número de horas de luz para que possa se desenvolver e

reproduzir normalmente. De acordo com Canard & Principi (1984), a diapausa em espécies do gênero *Chrysoperla*, oriundas de regiões temperadas, ocorre na fase adulta, sob a influência de fotoperíodos curtos.

Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), submetendo alguns exemplares de *C. externa* oriundos de Brasília, Brasil, a condições de fotoperíodos curtos, observaram alguns sintomas de diapausa caracterizados por uma aparência volumosa do abdome e tegumento brilhante, bem como o prolongamento do período de pré-oviposição.

Segundo Canard, Carvalho e Sissoko (1994), *C. mediterranea*, uma outra espécie européia, manifestou uma diapausa reprodutiva quando foi transferida de uma fotofase de 16 horas para diferentes condições de luminosidade, apresentando variações no período de pré-oviposição de $6,2 \pm 1,0$ dias em fotofase de 14 horas até $106,4 \pm 5,8$ dias, quando submetida a 8 horas de luz. Essas constatações são coerentes com os relatos de Hodek & Hodková (1988), os quais observaram que a manifestação da diapausa reprodutiva em crisopídeos caracteriza-se por uma paralização nas funções do aparelho reprodutor feminino, seguida de mudanças na coloração e reduções nas atividades de crescimento das fases imaturas, alterações que são seguidas por um aumento no volume do abdome das fêmeas, uma vez que os indivíduos que entram em diapausa armazenam reservas antes de cessarem suas atividades, além de apresentarem diminuição na ovogênese.

TABELA 4. Período de pré-oviposição, em dias, e viabilidade (\pm EP)¹, em %, dos ovos de *Chrysoperla externa* em diferentes fotoperíodos, 25 \pm 2 °C e 70 \pm 10% UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Fotoperíodo	Pré-oviposição	Viabilidade (%)	
		Ovos viáveis	Ovos inférteis
08:16	6,0 \pm 0,6 a	93,3 \pm 2,5 a	1,1 \pm 1,1 b
10:14	6,8 \pm 1,2 a	85,6 \pm 3,3 b	1,1 \pm 1,1 b
12:12	5,7 \pm 0,4 a	95,6 \pm 2,5 a	1,1 \pm 1,1 b
14:10	4,5 \pm 0,2 a	77,8 \pm 3,3 b	7,8 \pm 2,4 a
16:08	6,5 \pm 0,9 a	90,0 \pm 2,6 a	3,3 \pm 1,7 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$).

¹ = erro padrão.

5.2.2 Capacidade de oviposição e viabilidade dos ovos

O número médio de ovos/fêmea, durante o período de 70 dias do início da oviposição, decresceu com o aumento do número de horas de luz (Figura 3), podendo-se afirmar que, ao contrário das fases imaturas, a fase adulta é favorecida por condições de fotofases mais curtas. A menor produção de ovos foi verificada sob fotofase de 16 horas, sendo equivalente a 233,0 ovos/fêmea, e a maior, observada com 10 horas de luz, foi de 778,3 ovos/fêmea (Figura 3).

Esses resultados discordam daqueles de Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), os quais verificaram a influência do fotoperíodo sobre a incidência de uma diapausa reprodutiva em uma população de *C. externa* oriunda do Chile; contudo, são concordantes no fato de que a diapausa foi caracterizada por uma porcentagem de ovos inversamente relacionada ao comprimento do dia. A redução do número de ovos produzidos sob condições de fotofases mais longas foi evidente; porém, mesmo nesta condição de maior luminosidade (16 horas de luz), o número de ovos foi relativamente elevado (233,0 ovos/fêmea) quando comparado à produção sob 8 horas de luz, não ficando, portanto, evidenciada uma diapausa reprodutiva. Pesquisas deverão ser conduzidas visando esclarecer

a ocorrência de uma possível diapausa em adultos de *C. externa*, sob condições de fotofases superiores a 16 horas de luz.

Quanto à viabilidade dos ovos, foram detectadas diferenças significativas em função da fotofase. Sob 10 e 14 horas de luz (Tabela 4), observaram-se os menores percentuais de ovos viáveis. Com relação ao número de ovos inférteis (Tabela 4), constatou-se um efeito negativo da fotofase de 14 horas sobre o número de ovos inférteis, sendo que os demais fotoperíodos não afetaram significativamente o número de larvas eclodidas, apresentando, de um modo geral, um percentual baixo de ovos inférteis. Esses resultados assemelham-se àqueles de Ribeiro e Carvalho (1991) para essa mesma espécie, em fotofase de 12 horas e temperatura de 25 °C, os quais constataram uma viabilidade de 89% e um percentual de ovos inférteis de 0,9%.

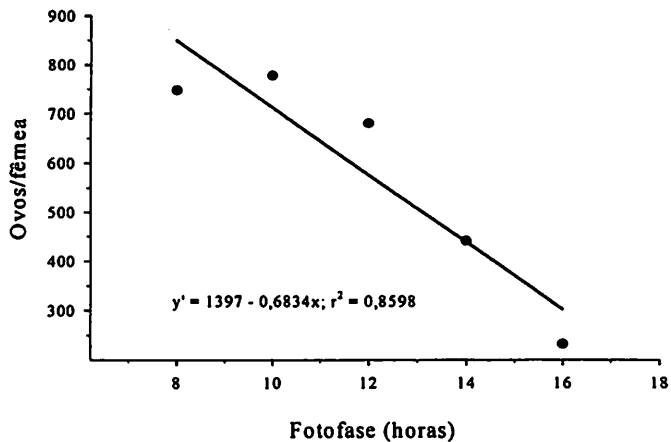


FIGURA 3. Número de ovos/fêmea de *Chrysoperla externa* em função de diferentes fotoperíodos, 25 ± 2 °C e 70 ± 10% UR. UFLA, Lavras - MG, 2000.

De um modo geral, não se verificaram sintomas de diapausa em nenhum dos parâmetros biológicos relacionados às fases imaturas e adulta de *C. externa*. As fotofases mais longas proporcionaram a menor duração das fases de larva, pré-pupa e pupa, enquanto as fotofases mais curtas proporcionaram o maior número de ovos com uma alta viabilidade. Tais características levam a crer que se trata de uma espécie com uma capacidade de adaptação relativamente elevada. Estudos deverão ser conduzidos no sentido de conhecer o seu comportamento sob fotofases que extrapolam a faixa estudada, bem como os efeitos dos diferentes fotoperíodos sobre as gerações futuras, nas quais os sintomas de uma possível diapausa poderão ser manifestados.

6 CONCLUSÕES

- O fotoperíodo não influenciou a fase embrionária, a duração e a viabilidade dos ínstaes de *C. externa*.
- A duração e a viabilidade da fase de larva de *C. externa* foram reduzidas sob fotofases mais longas.
- A duração das fases de pré-pupa e pupa de *C. externa* foi reduzida sob fotofases mais longas.
- O fotoperíodo não afetou a viabilidade da fase farata de *C. externa*.
- O período de pré-oviposição de *C. externa* não sofreu influência das diferentes fotofases.
- A capacidade de oviposição de *C. externa* foi negativamente influenciada por fotofases mais longas.
- *C. externa* desenvolveu-se normalmente e manteve suas atividades reprodutivas quando submetida à condições fotoperiódicas na faixa de 8 a 16 horas de luz.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.A.; PENNY, N.D. Neuroptera of the amazon basin: Part IIa. Introduction and Chrysopini. *Acta Amazonica*, Manaus, v.15, n.3/4, p.413-479, 1985.
- ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. *Biological Control*, Orlando, v.4, n.1, p.8-13, 1994.
- AUN, V. Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Piracicaba: ESALQ, 1986. 65p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas).
- CANARD, M.; CARVALHO, C.F.; SISSOKO, F. La diapause chez *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae): influence de la photopériode sur la durée de la préoviposition. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, Paris, v.99, n.5, p.455-461, 1994.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M.M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (eds). *Biology of Chrysopidae*. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p.57-149.
- CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. (ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, 2000. 196p.
- FIGUEIRA, L.K. Efeito da temperatura sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). Lavras: UFLA, 1998. 100p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.2, p.319-326, abr./jun. 2000.

- FONSECA, A.R. 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 Agronomia).
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.29, n.2, p.309-317, 2000.
- GOMES, F.P. O uso da regressão na análise de variância. In: GOMES, F.P. (ed.). *Curso de estatística experimental*. 13. ed. Piracicaba, 1990. p.227-243.
- LÓPEZ-ARROYO, J.I.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological control*, Orlando, v.18, n.1, p.165-171, 2000.
- MACEDO, L.P.M.; COSTA, R.I.F.; SOARES, J.J. Biology of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Erratum...** Foz do Iguaçu: SEB/Embrapa Soja, 2000. p.8.
- 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. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.81-86, jan./mar. 2000.
- RIBEIRO, M.J. *Biologia de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. Lavras: ESAL, 1988. 131p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

- RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.35, n.2, p.423-427, set. 1991.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.502-512, Sept. 1974.
- SILVA, G.A. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), em diferentes temperaturas. Lavras: UFLA, 1999. 52p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- SISSOKO, F. Influence de la photopériode sur la fécondité et la diapause chez *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel) (Neuroptera: Chrysopidae). Toulouse: Université Paul Sabatier, 1987. 71p. (These – Doctorat de 3^{ème} Cycle le Sciences).
- TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Ecophysiological responses in life-history evolution: Evidence for their importance in a geographical widespread insect species complex. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.64, n.4, p.875-884, Apr. 1986.
- TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Thermal accumulations, diapause, and oviposition in a conifer-inhabiting predator, *Chrysopa harrisii* (Neuroptera). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.106, n.9, p.969-978, Sept. 1974.