

**ESTUDOS DE DENSIDADE DE OVOS E DE
ADULTOS DE *Chrysoperla externa* (Hagen,
1861) (Neuroptera: Chrysopidae) VISANDO
ADEQUAÇÃO NA CRIAÇÃO DE
LABORATÓRIO**

RENILDO ISMAEL FÉLIX COSTA

2002

RENILDO ISMAEL FÉLIX COSTA

ESTUDOS DE DENSIDADE DE OVOS E DE ADULTOS DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) VISANDO ADEQUAÇÃO NA CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO

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".

Orientador

Prof. Dr. César Freire Carvalho

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2002

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

Costa, Renildo Ismael Félix

Estudos de densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório/
Renildo Ismael Félix Costa. -- Lavras : UFLA, 2002.

60 p. : il.

Orientador: César Freire Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Controle biológico. 2. *Chrysoperla externa*. 3. Tecnologia de produção. 4. Dieta artificial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.747

RENILDO ISMAEL FÉLIX COSTA

ESTUDOS DE DENSIDADE DE OVOS E DE ADULTOS DE *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) VISANDO ADEQUAÇÃO NA CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO

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".

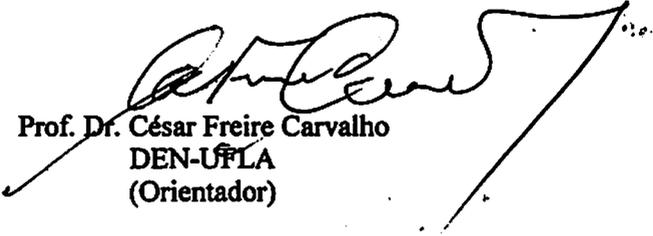
APROVADA em 22 de Março de 2002

Prof. Dra. Brígida Sousa

UFLA

Dr. Ivan Cruz

EMBRAPA



Prof. Dr. César Freire Carvalho
DEN-UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus, princípio e fonte inesgotável de toda a ciência,

OFEREÇO

“A fé é um modo de possuir aquilo que se espera, é um meio de conhecer realidades que não se vêem” (Hebreus, Cap.11,1).

É nessa crença que esperamos um dia nos tornar capazes de entender os desafios que a natureza nos apresenta e usar os recursos que ela mesma oferece para solucioná-los, sem a necessidade de agredi-la.

A meus pais Rufino Costa e Marly Félix da Costa,

À minha noiva Nazaré de Fátima Pereira,

A meus irmãos e amigos,

Pessoas que possuem o meu amor e estima,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus que, em sua imensa graça, nos oferece os seus dons mesmo que não sejamos merecedores de nenhum deles.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA pela oportunidade concedida para a execução desse 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 de recursos financeiros.

Com grande apreço ao professor César Freire Carvalho, por sua orientação, sugestões, empenho e amizade.

À professora Brígida Souza, por suas preciosas sugestões, apoio e incentivo.

Aos mestres Geraldo A. Carvalho, Alcides Moino Jr., Renê O. Rigitano, Vanda H. P. Bueno e Júlio N. C. Louzada pelos conhecimentos transmitidos.

A todos os colegas do Dep^o de Entomologia em especial aos amigos (as) Ariana Carnevale, Simone M. Carvalho, Lívia Carvalho e Alexander M. Auad pelo companheirismo e espírito de solidariedade.

Aos colaboradores do Dep^o de Entomologia e funcionários da Biblioteca, que contribuíram com a realização dessa pesquisa.

A Juliano Loreti pela amizade e auxílio imprescindível na condução dos ensaios.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1	01
1 Introdução geral	01
2 Referencial teórico	03
2.1 Aspectos da biologia de <i>Chrysoperla externa</i>	03
2.2 Aspectos da utilização de inimigos naturais em programas de controle biológico	05
2.3 Aspectos da criação de crisopídeos	06
2.3.1 Criação de adultos	06
2.3.2 Criação de larvas	09
2.4 Pesquisas com <i>Chrysoperla externa</i> visando seu emprego em programas de controle biológico	13
3 Metodologia geral	14
4 Referências bibliográficas	15
CAPÍTULO 2	
Influência da densidade de casais sobre alguns aspectos reprodutivos e comportamentais de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)	20
1 Resumo	20
2 Abstract	21
3 Introdução	22
4 Material e métodos	23
5 Resultados e discussão	27
5.1 Influência da densidade de casais sobre o comportamento de oviposição e ocorrência de ovos danificados	27

5.2 Influência da densidade de casais sobre a fecundidade e viabilidade dos ovos	31
5.3 Influência da densidade de casais sobre a época de descarte dos adultos	34
5.4 Influência da densidade de casais sobre a longevidade.....	36
6 Conclusões.....	38
7 Referências bibliográficas	39
CAPÍTULO 3	
Criação de larvas e armazenamento de ovos <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).....	41
1 Resumo.....	41
2 Abstract	42
3 Introdução.....	43
4 Material e métodos.....	44
4.1 Influência da densidade de indivíduos na criação de larvas em regime coletivo.....	44
4.2 Adaptação de uma dieta artificial para larvas.....	46
4.3 Influência do tempo de armazenamento e idade dos ovos sobre o período embrionário e viabilidade	47
5 Resultados e discussão	48
5.1 Influência da densidade de indivíduos na criação de larvas em regime coletivo.....	48
5.2 Adaptação de uma dieta artificial para larvas.....	52
5.3 Influência do tempo de armazenamento e idade dos ovos sobre o período embrionário e viabilidade.....	55
6 Conclusões.....	58
7 Referências bibliográficas	59

RESUMO

COSTA, Renildo Ismael Félix. Estudos de densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório. Lavras: UFLA, 2002. 60p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)¹

Visando melhorar o método de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen), pesquisou-se: (1) influência de diferentes densidades de casais sobre a fecundidade, época de descarte e longevidade; (2) influência da densidade de indivíduos para a criação de larvas em regime coletivo, avaliando-se a viabilidade e canibalismo na fase larval e a porcentagem de emergência; (3) uso de alimento alternativo para a criação de larvas, utilizando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (tratamento testemunha), ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar + dieta artificial nos demais instares e dieta artificial em todos os instares; (4) influência do período de armazenamento e idade do ovo sobre a duração e viabilidade da fase embrionária. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brasil. Os resultados mostraram que: (1) embora tenham sido observadas perdas na fecundidade e aumento no número de ovos danificados a partir da densidade de cinco casais/unidade de criação (UC), o aumento da densidade de casais promoveu uma elevação significativa no número total de ovos/UC, fazendo com que a densidade de nove casais/UC obtivesse maior produtividade com melhor eficiência de espaço e mão-de-obra. A melhor época de descarte foi entre 60 e 70 dias, quando as fêmeas já haviam depositado cerca de 80 a 90% do total de ovos; (2) constatou-se uma maior viabilidade e menor incidência de canibalismo na criação de larvas com 10 indivíduos/UC; contudo, na densidade de 160 indivíduos/UC, observou-se a emergência de 120 adultos, tornando essa condição mais apropriada para a criação massal; (3) larvas alimentadas com dieta artificial, durante os três instares, apresentaram baixa viabilidade em todos os estádios pré-imaginais. Por outro lado, aquelas que receberam ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar + dieta artificial no segundo e terceiro instares alcançaram resultados semelhantes à testemunha, com 94% de viabilidade ao final do período larval e 85% de emergência; (4) o armazenamento de ovos foi eficiente até 14 dias, não sendo constatado efeito da idade do embrião sobre a viabilidade dos ovos.

¹ Orientador: César Freire Carvalho - UFLA

ABSTRACT

COSTA, Renildo Ismael Félix. Response of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) adults and eggs to different densities. Lavras: UFLA, 60p. (Dissertation - Master Program in Entomology).¹

Aiming to improve the massal rearing of the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen), research was carried out on (1) different adults densities influencing on fecundity, time for adult elimination and longevity; (2) the influence of eggs/larvae densities on larval survival and cannibalism, as well as the percentage of emergence; (3) alternative food for larvae, using as treatments *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs (control), *Anagasta kuehniella* eggs on first instar + artificial diet on second and third instars and artificial diet on whole larval stage; (4) influence of storage on incubation period and hatching. The assays were carried in the Insect Biology Laboratory of the Entomology Department of the Federal University of Lavras – UFLA, MG, Brazil. Results showed that (1) the increasing on couple densities promoted a decrease in fecundity and an increase in damaged eggs within a five couple/rearing unit (RU). On the other hand, the total oviposition/RU was significantly hither in nine couple/RU than the other treatments, showing this treatment more appropriate for massal rearing. The best time for adults elimination was between 60-70 days, when the females had laid 80-90% of her eggs; (2) It was observed that the treatment with 10 eggs/larvae per RU reached the great survival and less cannibalism, nevertheless, 160 eggs/larvae per RU was more efficient to massal rearing; (3) larvae fed on *A. kuehniella* eggs + artificial diet achieved survival of 94% at the end of this stage and 85% to adult emergence, have been similar to control; (4) eggs storage was efficient until 14 days and no had influence of the embryo age on hatching.

¹Adviser: César Freire Carvalho - UFLA

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Desde a Segunda Guerra Mundial, os produtos fitossanitários vêm sendo apresentados para os agricultores como a principal arma na luta contra artrópodes-praga e doenças das plantas. Hoje se verifica que esses produtos, ao controlar os organismos indesejáveis, afetam também a população dos inimigos naturais. Esse problema, aliado ao fenômeno da resistência das pragas, faz com que os produtores rurais fiquem cada vez mais dependentes, aumentando a frequência das aplicações e dosagens, causando um impacto ambiental indesejável. Por outro lado, muitos consumidores já estão dispostos a pagar mais caro por alimentos mais saudáveis, obtidos segundo uma base ecológica de produção. Essa demanda por “produtos orgânicos” está modificando o papel tradicional dos inseticidas sintéticos como única ou principal forma de controle. A redução no uso desses produtos pode ser percebida através da adoção dos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que combinam o uso racional de produtos fitossanitários com técnicas alternativas para a proteção das plantas, como o emprego de predadores, parasitóides e entomopatógenos e o aumento na diversidade de espécies cultivadas (Gray, 2001).

A utilização de inimigos naturais no controle de artrópodes fitófagos tem sido mencionada como uma estratégia viável para redução da densidade populacional de pragas, tanto em casas de vegetação quanto no campo (Vail et al., 2001). Nesse contexto, os insetos do gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae) têm sido considerados importantes predadores, ocorrendo naturalmente em muitas culturas incluindo, o algodoeiro, sorgo, milho, citros, nozes, plantas ornamentais, culturas em casa de vegetação e florestas (Gravena, et al., 1993; Santos et al., 1997; Tauber et al., 2000), estando

classificados entre os inimigos naturais mais comumente usados e disponíveis comercialmente (Tauber et al., 2000). As espécies *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) têm sido comercializadas na América do Norte e Europa para uso contra um grande número de pragas (Nordlund, 1993), sendo possível sua aquisição através de insetários comerciais como o Beneficial Insectary (2002).

Nos países da América do Sul, destaca-se a espécie neártica *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) devido a sua facilidade de criação em laboratório e ocorrência em diversos agroecossistemas. Esses predadores podem ser empregados tanto em programas de liberação periódica de indivíduos criados massalmente, quanto pela manipulação do habitat de forma a atrair ou conservar as populações que ocorrem naturalmente no campo.

Devido à necessidade de potencializar o uso dos crisopídeos no controle biológico inundativo, este estudo teve como objetivos: (a) verificar a influência da densidade de casais sobre a fecundidade e longevidade de adultos; (b) investigar o efeito de diferentes densidades de indivíduos/UC destinados à criação de larvas em regime coletivo; (c) adaptar uma dieta artificial para alimentação de larvas; (d) estudar a influência do período de armazenamento e idade do embrião sobre a viabilidade dos ovos conservados em baixa temperatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa*

a) Ovo

As posturas de *C. externa* são individuais, suspensas por um pedicelo gelatinoso, hialino, de 4 a 6 mm (Núñez, 1988). Os ovos férteis possuem formato elipsóide, apresentando coloração verde-claro logo após a oviposição, tornando-se mais escuros à medida que o embrião se desenvolve. Próximo à eclosão são marrons, com área ocular, apresentando manchas da segmentação torácica e abdominal através do córion (Souza, 1999). O período embrionário é fortemente influenciado pela temperatura, sendo em torno de 4,0 dias para ovos mantidos a 25 °C.

b) Larva

As larvas são campondeiformes, terrestres e não possuem o hábito de cobri-se com detritos diversos ou suas próprias exúvias, como ocorrem em algumas espécies de crisopídeos. O corpo é relativamente estreito, alongado, fusiforme, achatado dorsoventralmente com abdome não globoso. O exoesqueleto é revestido dorsalmente por um grande número de setas filiformes, de comprimentos variáveis. A cápsula cefálica é larga, achatada dorsoventralmente, com as margens laterais posteriores convergentes, dando à cabeça um formato aproximadamente trapezoidal. As antenas possuem coloração marrom-claro, sendo filiformes, mais longas que as mandíbulas e maxilas, inseridas sobre uma proeminência dorso-lateral da região anterior da cápsula cefálica, anteromedianamente à região ocular (Souza, 1999). As mandíbulas são sulcadas longitudinalmente e ajustadas às maxilas formando o canal alimentar, por onde o predador injeta enzimas digestivas na presa, succionando dessa o fluido do corpo, órgãos e tecidos pré-digeridos (Cohen, 1998). As pernas são

ambulatórias, com coloração geral amarelada, aproximadamente do mesmo tamanho. O abdome é quase totalmente membranoso, apresentando dez urômeros, gradativamente afilados na porção distal. A fase larval passa por três ecdises, sendo a última realizada no interior do casulo. É comum a ocorrência de canibalismo nessa fase, verificando-se que as larvas de *C. extena* podem alimentar-se de ovos ou de outras larvas coespecíficas (Ribeiro, 1988).

c) Pré-pupa e pupa

No final do desenvolvimento larval, essas confeccionam um casulo quase esférico, constituído por fios de seda branca, secretados pelos tubos de Malpighi, onde passam a fase de pre-pupa e pupa. De acordo com Ribeiro (1988), esses dois estágios são diferenciados por um disco preto na extremidade do casulo, o qual corresponde à última ecdise da larva, marcando o início da fase de pupa, a qual é do tipo exarada e de cor verde.

d) Adulto

O adulto é verde claro, com uma linha amarela longitudinal, central, no dorso do corpo, que vai da base da cabeça até o final do abdome. As antenas são filiformes, mais curtas que o comprimento do corpo (Núñez, 1988). As asas são hialinas com nervuras esverdeadas. Nessa fase, o inseto alimenta-se basicamente de pólen, néctar ou “honeydew” secretados por pulgões, cochonilhas e outros hemípteros sugadores. Nessa fase, o acasalamento é extremamente importante não só para a fertilização dos ovos, mas também como um estímulo à oviposição (Ribeiro & Carvalho, 1991).

2.2 Aspectos da utilização de inimigos naturais em programas de controle biológico.

Os principais fatores que limitam o uso de inimigos naturais em programas de controle biológico são: (1) o alto custo de produção, responsável pela limitação econômica da aplicação do programa; (2) problemas relacionados com a disponibilidade e qualidade dos agentes de controle produzidos; (3) carência de pesquisas apresentando uma análise econômica do programa; e (4) a crença de que essa estratégia de controle venha a causar desequilíbrio ecológico (Parrella et al., 1992). Embora alguns desses obstáculos possam limitar tais programas, a liberação em larga escala de agentes biológicos vem ganhando espaço na supressão de pragas, tendo como desafios: reduzir os custos de criação massal, aperfeiçoar as práticas de liberação, demonstrar sua efetividade, benefícios ecológicos e confiabilidade sob condições de uso comercial (Tauber et al., 2000).

Visando a sincronização da criação, alguns laboratórios estão investindo no desenvolvimento de sistemas eficientes de armazenamento para que esses agentes de controle possam estar disponíveis em quantidade satisfatória, no momento em que o seu emprego for necessário (Tauber et al., 2000). Estudos desenvolvidos por Ferreira (1997) indicaram que a temperatura de 10 °C foi mais adequada para o armazenamento de ovos de *C. externa*, proporcionando uma maior viabilidade desses, quando comparados com ovos armazenados a 5 °C.

2.3 Aspectos da criação de crisopídeos

2.3.1 Criação de adultos

a) Recipientes de criação e densidade de indivíduos

Os processos de criação de crisopídeos foram iniciados por Finney (1948 e 1950) com *Chrysopa californica* Coquillett (= *Chrysoperla carnea*), utilizando um recipiente de 3.800 cm³ revestido com papel, como unidade de criação e oviposição para 50 casais. A tampa do recipiente era constituída por um tecido negro e na lateral colocava-se dieta recém-preparada três vezes por semana. A partir desse estudo, as técnicas de criação de adultos sofreram modificações para alcançar uma melhor eficiência e diminuição dos custos envolvidos nesse processo.

Morrison & Ridgway (1976) desenvolveram um sistema para a produção de ovos de *C. carnea* a partir de um container com 12.000 cm³ para confinamento de 500 indivíduos, substituindo a anestesia com gás carbônico pela utilização de um equipamento de aspiração dos adultos durante a troca das unidades de criação, possibilitando a remoção dos ovos e troca dos recipientes de alimentação. Karelín et al. (1989), empregando uma unidade de criação com 24.000 cm³, verificaram que um incremento de 2 a 3 vezes na densidade de adultos de *C. carnea* resultou em 1,6 a 2 vezes no aumento da produção de ovos. A desproporção no aumento da produção em relação ao número de indivíduos foi atribuída à redução na fecundidade da fêmea, que passou de 235 ovos, em uma densidade de 500 indivíduos/UC, para 206 e 162 ovos, respectivamente, nas densidades de 1.000 e 1.500 indivíduos/UC. Os resultados da sobrevivência dos adultos associados à produtividade de ovos nas diferentes densidades revelaram que o melhor tratamento foi aquele com 1.500 indivíduos/UC.

Araújo & Bichão (1990) utilizaram uma unidade de criação retangular com volume de 7.875 cm³ para 400 adultos, usando como substrato para postura

uma lâmina de papel situada no topo da unidade, disposta em um rolo que deslizava em calhas laterais. Essa técnica permitiu a coleta diária de ovos sem a necessidade de qualquer manuseio dos adultos. A adoção de um aparelho para contagem eletrônica excluiu a necessidade de contagem manual na formação das unidades de oviposição e alimentação.

A UC empregada por Nordlund & Correa (1995) consistiu de um cilindro construído com lâmina de metal, que pôde ser estendido na ocasião da coleta dos ovos. Os adultos foram coletados com um equipamento de vácuo resultante do aperfeiçoamento da metodologia empregada por Morrison & Ridgway (1976). O principal avanço alcançado nesse processo foi o desenvolvimento de um equipamento para coleta de ovos utilizando um filamento elétrico aquecido, que ao passar pelo substrato de oviposição cortava os pedicelos, permitindo recolher as posturas. Ferreira (1997), estudando diferentes tipos de gaiolas e densidades de casais de *C. externa*, verificou que o aumento na densidade populacional de um e cinco para dez casais/UC implicou na redução da fecundidade por fêmea, porém favoreceu uma maior eficiência de espaço na produção de ovos.

Mesmo que o sistema de produção de crisopídeos ainda não seja completamente automatizado, essas pesquisas têm contribuído significativamente com o aperfeiçoamento das técnicas de criação desses predadores, visando a produção comercial de ovos e larvas, para posterior utilização em programas de controle biológico.

Devido à grande variação entre formato, volume das unidades de criação e bem como na densidade de indivíduos observada na literatura, não é possível determinar a unidade de criação ideal para a criação de adultos e larvas de crisopídeos. Além disso, devem ser consideradas as características intrínsecas de cada espécie na determinação desses parâmetros.

b) Alimentação

Na criação desenvolvida por Finney (1948 e 1950), a dieta para adultos era constituída de excreções açucaradas da cochonilha *Pseudococcus citri* (Risso) e a água fornecida em chumação de algodão. Pesquisas realizadas por Hagen (1950) revelaram que as dietas contendo apenas carboidratos não eram nutricionalmente adequadas para a oviposição, tornando-se necessário o emprego de uma mistura de levedura hidrolisada e mel. A partir desse estudo, Hagen & Tassan (1970) iniciaram testes com produtos comerciais de baixo custo, resultando no emprego de uma dieta para *C. carnea* contendo “food weast”, sacarose e água. Ribeiro et al. (1993) estudaram alguns aspectos da biologia de *C. externa* testando o uso de uma solução de mel a 40%, pólen puro, pólen + mel; proteína texturizada de soja + mel, sojinha + mel, “new life[®]” (produto comercial com 34,9% de proteínas e traços de carboidratos) + mel; lêvedo de cerveja + mel (1:1) para alimentação da fase adulta. A dieta à base de lêvedo + mel apresentou melhores resultados, em comparação com as demais, para os parâmetros de fecundidade e longevidade de adultos, sendo a mais empregada atualmente nas criações de diversas espécies de Chrysopidae.

c) Canibalismo

Embora poucos estudos tenham relatado o canibalismo entre adultos em criações de laboratório, alguns crisopídeos podem atacar e matar pupas ou adultos da mesma espécie. Canard & Duelli (1984) mencionaram a inanição como possível causa desse comportamento. No entanto, Philippe (1971) verificou que a auto-oofagia foi observada com frequência entre fêmeas de *Chrysopa perla* Linnaeus, 1758 não acasaladas, as quais extraíram seus próprios ovos com o auxílio das mandíbulas, para desobstruir o ducto genital e recuperar os nutrientes. Com relação a *C. externa*, Ru et al. (1975) observaram que algumas fêmeas consumiram seus próprios ovos e Ribeiro & Carvalho (1991)

encontraram pedaços de córion na gaiola, mas não registraram a ocorrência de oofagia. Além da falta de alimento e ausência acasalamento, esse comportamento pode ser influenciado pelo aumento da população de indivíduos no interior da unidade de criação, ocasionando uma maior agressividade entre as fêmeas.

2.3.2 Criação de larvas

a) Recipientes de criação e densidade de indivíduos

Na criação de larvas de *C. carnea*, desenvolvida por Finney (1948), cerca de 850 a 900 ovos eram colocados em bandejas cobertas com tecido fino até o momento da eclosão, permitindo a coleta de 450 a 500 pupas em cada uma dessas unidades de criação, com rendimentos de 50 a 55% na emergência dos adultos. Ridgway et al. (1970) iniciaram a criação de larvas colocando de dois a três ovos em cada célula, dos quais apenas um sobrevivia. A mudança das placas para alimentação das larvas exigia a anestesia dessas com dióxido de carbono de modo a impedir eventuais fugas. Tal procedimento foi modificado por Morrison (1977), citado por Nordlund (1993), que adotou um sistema de placas de verticel[®]. Essas placas constituem-se de um material comercialmente disponível, de baixo custo, leve e com grande eficiência de espaço (16 células/2,5 cm) utilizado em laboratórios de criação de crisopídeos nos Estados Unidos. A vantagem desse sistema é o consumo dos ovos da presa através da malha de tecido, sem a necessidade de abrir a unidade de criação para troca do alimento. Nordlund (1993) aprimorou esse processo desenvolvendo uma cola utilizada para fixar uma malha de organza sobre as placas de verticel[®], impedindo a fuga de larvas.

Por outro lado, um processo de criação coletiva de larvas de *C. carnea* foi utilizado por Bichão & Araújo (1989), empregando bandejas com 4.928 cm³, com diferentes densidades de ovos. Nessa pesquisa, a densidade de 2.000

ovos/UC apresentou melhor rendimento para a criação de larvas, com uma taxa de obtenção de adultos próxima a 50%. Ferreira (1997), testando as densidades de 25; 50; 75; 100 e 125 ovos por bandeja de 11.172 cm³, alcançou um rendimento de 64; 54; 54; 50 e 50%, respectivamente, na obtenção de adultos.

b) Alimentação

Na criação desenvolvida por Finney (1948 e 1950), as larvas eram alimentadas com ovos ou larvas de *Gnorimoschema operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Essas criações eram mantidas sempre com excesso de alimento para diminuir o canibalismo. Ridgway et al. (1970) iniciaram a criação de larvas alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae). Pasqualini (1975) substituiu os ovos de *S. cerealella* por ovos de *Ephestia kuehniella* (= *Anagasta kuehniella*) (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), obtendo bons resultados para criação de larvas em laboratório. Ribeiro et al. (1991) afirmaram que fêmeas obtidas de larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* apresentaram uma redução no período de pré-oviposição e maior longevidade, comparadas àquelas que receberam ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), sendo essas duas presas adequadas para o desenvolvimento e reprodução de *C. externa*.

Na maioria das criações de crisopídeos, os ovos de *S. cerealella* ou *A. kuehniella* ainda constituem a principal fonte de alimento para a fase de larva, sendo necessária a manutenção de uma criação paralela das espécies em questão, tornando o processo de criação oneroso (Cohen & Smith, 1998; Tauber et al., 2000). Por causa desse problema, tem sido pesquisado o desenvolvimento de dietas artificiais, que sejam de baixo custo, para alimentação de larvas.

As pesquisas com dietas artificiais para crisopídeos tiveram início com testes realizados por Hagen & Tassan (1965) utilizando hidrolisados enzimáticos de levedura e caseína, colina, ácido ascórbico, frutose e água. Essa dieta era

oferecida às larvas em microcápsulas feitas com uma mistura da dieta + parafina, nas mesmas proporções. Vanderzant (1969) desenvolveu um uma dieta líquida, oferecida em esponjas, composta por caseína hidrolisada, frutose ou sacarose, sais minerais, lecitina de soja, óleo de soja, colesterol, ácido ascórbico, vitamina B, colina, inositol, sais minerais e água.

Cohen (1998) considerou a formulação líquida como imprópria para a alimentação de artrópodes predadores devido à maioria desses indivíduos apresentarem o processo de digestão pré-oral, através da introdução de enzimas digestivas no corpo da presa. Assim, a água existente na dieta líquida poderia diluir essas enzimas, dificultando o processo de reabsorção e causando desequilíbrio na fisiologia desses entomófagos, cujo aparelho digestivo é adaptado para reciclar e conservar a água disponível. Por outro lado, nas dietas semi-sólidas, que imitam o tecido da presa, os predadores poderiam liquefazer e ingerir o alimento, enquanto a água e as enzimas seriam recicladas, continuamente, em seu trato digestivo.

A apresentação de uma dieta artificial semi-sólida para *C. rufilabris* proporcionou uma duração e viabilidade semelhante para a fase larval e uma maior peso de pupas em comparação com indivíduos alimentados com ovos de *A. kuehniella*. Para o preparo e embalagem de um quilo desse alimento, Cohen & Smith (1998) empregaram cerca de US\$ 6.00; sendo esse valor 86 vezes inferior ao custo envolvido na obtenção de um quilo de ovos de *A. kuehniella*, em torno de US\$ 500.00. De acordo com Tauber et al. (2000), quando essa dieta tornar-se disponível comercialmente, substituindo o uso de presas alternativas para alimentação de larvas, haverá uma redução no custo de larva a adulto de US\$ 0.3587 para US\$ 0.00025 por indivíduo adulto, ampliando significativamente as possibilidades de uso desse predador em programas de liberação inundativa.

Embora tenha sido possível o emprego de dieta artificial para a alimentação de larvas de algumas espécies do gênero *Chrysoperla* por muitas gerações sucessivas, algumas características dessas dietas, bem como as técnicas normalmente utilizadas para seu fornecimento, têm causado prolongamento do período larval, redução do crescimento e menor porcentagem na viabilidade de pupas e emergência de adultos (Carvalho & Souza, 2000), tornando necessária a realização de novas pesquisas sobre esse assunto.

c) Comportamento predatório e canibalismo das larvas

De acordo com Canard & Duelli (1984), as larvas de crisopídeos são predadoras e canibais, possuindo um aparelho bucal sugador mandibular, constituído por um canalículo estreito formado pelo alongamento das mandíbulas e maxilas. Durante e depois da captura, secreções salivares são injetadas na presa com função de paralisar e digerir seus órgãos internos. Através de um movimento longitudinal das mandíbulas e maxilas, os tecidos internos são dilacerados e, então, o conteúdo liquefeito é ingerido (Cohen, 1998).

Do ponto de vista adaptativo, a estratégia de alimentação de indivíduos da mesma espécie permite que algumas larvas sobrevivam até encontrar outras presas ou entrar na fase de pupa, perpetuando a espécie (Canard & Duelli, 1984). Porém, para o manejo da criação e a comercialização desses predadores, o canibalismo é altamente indesejável (Nordlund, 1993; O'Neil et al., 1998; Tauber et al., 2000), contribuindo para a adoção de sistemas de criação de larvas em células individualizadas (Morrison, et al., 1975; Núñez, 1988).

2.4 Pesquisas com *Chrysoperla externa* visando seu emprego em programas de controle biológico

No Brasil, os estudos com *C. externa* iniciaram-se com Aun (1986), que pesquisou alguns aspectos da biologia das fases imaturas dessa espécie e o consumo larval com ovos do piralídeo *A. kuehniella*. Posteriormente, Ribeiro (1988) ampliou as pesquisas sobre esse predador, oferecendo-lhe ovos de *A. argillacea* e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), bem como ninfas e adultos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae), considerando *A. argillacea* e *A. gossypii* como presas adequadas, ao contrário de *S. frugiperda* e *T. citricida*, para o qual as larvas de *C. externa* apresentaram menor viabilidade e prolongamento da fase larval.

A partir desses estudos, vários pesquisadores (Gravena et al., 1993; López, 1996; Xavier et al., 1997; Costa et al., 1999; Auad et al., 2001) têm investigado o comportamento predatório das larvas de *C. externa* sobre insetos praga, visando conhecer o seu potencial como agente de controle. Nesse contexto, pode-se destacar a cochonilha do citros *Parlatoria cinerea* Doane & Hadden, 1909 (Hemiptera: Diaspididae); o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1851) (Hemiptera: Aphididae); a cochonilha *Selenaspidus articulatus* (Morgan, 1889) (Hemiptera: Diaspididae); as moscas branca *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring e *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) e o pulgão do algodoeiro *A. gossypii*.

Outras linhas de pesquisas estão sendo exploradas, visando ampliar os conhecimentos acerca desse crisopídeo. Figueira et al. (2000) e Maia et al. (2000) estudaram os aspectos biológicos e as exigências térmicas das fases imaturas desse predador utilizando, como presa, ovos de *A. argillacea* e o pulgão do sorgo *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), respectivamente. Fonseca et al. (2000) pesquisaram a resposta funcional das larvas alimentadas

com cinco densidades desse mesmo pulgão, mencionando que, em todos os instares, observou-se uma resposta funcional do tipo II, em que o número de presas atacadas por um predador aumenta rapidamente de acordo com a disponibilidade das presas, sofrendo uma redução gradativa até atingir certa estabilidade. Outros estudos encontram-se em desenvolvimento em diferentes Universidades e Instituições de pesquisa do Brasil, como a Universidade Federal de Lavras, a Universidade Estadual Paulista e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

3 METODOLOGIA GERAL

Os trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA – MG. Os indivíduos submetidos aos testes foram provenientes da criação de manutenção desse laboratório, sendo produzidos conforme a metodologia utilizada por Ribeiro (1988).

Os ovos foram coletados utilizando-se uma lâmina de estilete inclinada sobre a superfície do papel de revestimento da unidade de criação, aguardando-se o período de 24 horas entre a troca da unidade de criação e a coleta dos ovos para permitir o endurecimento do córion, conforme sugerido por Morrison & Ridgway (1976). As larvas foram mantidas em tubos de PVC (Cloro de polivinilo) medindo 20 cm de altura por 20 cm de diâmetro, fechados com PVC laminado, e alimentadas *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella*, provenientes de uma criação mantida pelo próprio laboratório.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.; BICHÃO, M. H. Biotecnologia de produção de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Bolletín de Sanidad Vegetal de Plagas*, Madrid, v. 4, n. 113, p. 117-128, 1990.
- AUAD, A. M.; TOSCANO, L. C.; BOIÇA Jr., A. L.; FREITAS, S. Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera : Chrysopidae), alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo b (Hemíptera: Aleyroidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 3, p. 429-432, set. 2001.
- AUN, V. Aspectos da Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). 1986. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- BENEFICIAL INSECTARY. Desenvolvido por Beneficial insectary, 1996-2001. Comercializam inimigos naturais empregados em programas de controle biológico. Disponível em: <<http://www.insectary.com/lw/lacewing.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2002.
- BICHÃO, M. H.; ARAÚJO, J. Mass-rearing of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae: optimization of rearing unit yield. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, Coimbra, v. 41/11, n. 113, p. 117-124, 1989.
- CANARD, M.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M. , SÉMERIA, Y. , NEW, T. R. (Ed.). *Biology of Chrysopidae*. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p. 92-100.
- 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. p. 91-102.
- COHEN, A. C. Solid-to-liquid feeding: the inside(s) story of extra-oral digestion in predaceous arthropoda. *American Entomologist*, Lanham, v. 44, p. 103-116, Summer 1998.
- COHEN, A. C.; SMITH, L. K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: The efficacy of solid diets. *Biological Control*, Orlando, v. 13, n. 1, p. 49-54, Jan. 1998.

COSTA, R. I. F.; ALMEIDA, S. A.; GUERRA, C. L.; SOARES, J. J. Consumo de *Bemisia argentifolli* (Bellows & Perring) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. Anais. . . Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1999. p. 256-258.

✦ FERREIRA, R. J. Técnicas para a produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). 1997. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

✦ 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.

FINNEY, G. L. Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 45, n. 5, p. 719-721, Oct. 1948.

FINNEY, G. L. Mass-Culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 43, n. 1, p. 97-100, Feb. 1950.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 29, n. 2, p. 309-317, jun. 2000.

GRAY, M. E. The role of extension in promoting IPM programs. American Entomologist, Lanham, v. 47, n. 3, p. 134-137, Fall 2001.

✦ GRAVENA, S.; YAMAMOTO, P. T.; FERNANDES, O. D. Biologia de *Parlatoria cinerea* (Hemiptera: Diaspidae) e predação por *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). Científica, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 149-156, 1993.

HAGEN, K. S. Fecundity of *Chrysopa californica* as affected by synthetic foods. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 43 p. 101-104, Feb. 1950.

HAGEN, K. S.; TASSAN, R. L. A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 58, n. 5, p. 999-1000, Sept. 1965.

HAGEN, K. S.; TASSAN, R. L. The influence of food wheat and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 102, n. 7, p. 806-811, July 1970.

KARELIN, V. D.; YAKOUCHUK, T. N.; DANU, V. P. Development of techniques for commercial production of the common green lacewing, *Chrysopa carnea* (Neuroptera:Chrysopidae). *Acta Entomologica Fennica*, Helsink, v. 53, n. 1, p. 31-35, 1989.

LÓPEZ, C. C. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1961) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). 1996. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla extena* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, jan./maio 2000.

MORRISON, R. K.; HOUSE, V. S.; RIDGWAY, R. L. Improvement rearing unit for larvae of a common green lacewing. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 68, n. 6, p. 821-822, Dec. 1975.

MORRISON, R. K.; RIDGWAY, R. L. Improvements in techniques and equipment for production of a common green lacewing, *Chrysopa carnea*. New Orleans: United State Department of Agriculture, 1976. 5 p. (Agricultural Research Service, S-143).

NORDLUND, D. A.; CORREA, J. A. Improvements in the production system for green lacewings: an adult feeding and oviposition unit and hot wire egg harvesting system. *Biological Control*, San Diego, v. 5, n. 2, p. 179-188, June 1995.

NORDLUND, D. A. Improvements in the production system for green lacewings: A hot melt glue system for preparation of larval rearing units. *Journal Entomology Science*, Tifton, v. 28, n. 4, p. 338-342, Oct. 1993.

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

O'NEIL, R. J.; GILES, K. L.; OBRYCKI, J. J.; MAHR, J. C. L.; KATOVITH, K. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. *Biological Control*, Orlando, v. 11, n. 1, p. 1-8, Jan. 1998.

PARRELLA, M. P.; HEINZ, K. M.; NUNNEY, L. Biological control through augmentative releases of natural enemies: A strategy whose time has come. *American Entomologist*, Lanham, v. 38, n. 3, p. 172-179, summer 1992.

PASQUALINI, E. Prove di allevamento in ambiente condizionato de *Chrysopa carnea* Steph (Neuroptera, Chrysopidae). *Bolletino dell' Istituto di Entomologia della Universita di Bologna*, Bologna, v. 32, p. 291-304, 1975.

PHILIPPE, R. Influence de l'accouplement sur le comportement de ponte et la fécondité chez *Chrysopa perla* (L.) (Insectes: Planipennes). *Annales de Zoologie - Écologie Animale*, Paris, v. 3, n. 4, p. 443-448, 1971.

RIBEIRO, M. J. *Biologia de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. 1988. 131 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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, ago. 1991.

RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. Influência da alimentação larval sobre a biologia dos adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Prática*, Lavras, v. 15, n. 4, p. 349-354, out./dez. 1991.

RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. *Biologia dos adultos de Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas artificiais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 120-130, abr./jun. 1993.

- RIDGWAY, R. L.; MORRISON, R. K.; BADGLEY, M. Mass rearing a green lacewing. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 63, n. 3, p. 834-836, June 1970.
- RU, N.; WHITCOMB, W. H.; MURPHEY, M.; CARLYSLE, T. C. Biology of *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of Entomological Society of America*, Lanham, v. 68, n. 2, p. 187-190, Mar. 1975.
- SANTOS, T. M.; CARVALHO, C. F.; FIGUEIRA, L. K.; SOUZA, B.; MATOS, J. W. Efeito de diferentes presas sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador, 1997. p. 69.
- 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. 1999. 141p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; DAANE, K. M.; HAGEN, K. S. Commercialization of predators: Recent lesson from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *American Entomologist*, Lanham, v. 46, n. 1, p. 26-38, Spring 2000.
- VAIL, P. V.; COULSON, J. R.; KAUFFMAN, W. C.; DIX, M. E. History of biological control programs in the United States Department of Agriculture. *American Entomologist*, Lanham, v. 47, n. 1, p. 24-50, Spring 2001.
- VANDERZANT, E. S. An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea*, an insect predator of crops pests. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 1, n. 62, p. 256-257, Feb. 1969.
- XAVIER, A. L. Q.; FREITAS, S.; SCOMPARIN, C. H. J. Avaliação da capacidade de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre a cochonilha *Selenaspidus articulatus* (Morgan, 1889) (Hemiptera: Diaspididae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador, 1997. p. 135.

CAPÍTULO 2

1 RESUMO

COSTA, Renildo Ismael Félix. **Influência da densidade de casais sobre alguns aspectos reprodutivos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Lavras: UFLA, 2002. 60p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).¹

Visando a obtenção eficiente de ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen) em criações coletivas, estudou-se a densidade de casais por unidade de criação (UC) e sua influência na capacidade de oviposição diária, número total de ovos por fêmea, número total de ovos por UC, viabilidade dos ovos, porcentual de ovos danificados, época de descarte e longevidade de adultos. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brasil, em câmaras climatizadas a 25 ± 2 °C e UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Utilizou-se como unidade de criação um tubo de PVC (cloreto de polivinilo) de 10 cm de diâmetro por 10 cm de altura e volume de 785 cm³. Os tratamentos foram representados pelas densidades de um, três, cinco, sete e nove casais/UC, cada qual com dez repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Constatou-se que o aumento da densidade de casais ocasionou uma diminuição na fecundidade e aumento no número de ovos danificados a partir de cinco casais/UC. O número total de ovos por UC nas densidades de um, três, cinco, sete e nove casais foi de $1.322,1 \pm 103,4$; $3.469,5 \pm 190,3$; $5.394,5 \pm 201,3$; $7.188,3 \pm 220,0$ e $8.888,2 \pm 342,5$ ovos, respectivamente. Não houve diferença significativa para a viabilidade dos ovos entre os tratamentos. O descarte dos adultos poderá ser feito aos 60-70 dias, quando 80 a 90% do total de ovos já foram produzidos. A longevidade de machos e fêmeas na menor densidade foi de $103,3 \pm 8,7$ e $105,8 \pm 4,1$ dias, sendo superior aos demais tratamentos. Mesmo havendo redução na fecundidade e aumento no número de ovos danificados, o aumento significativo no número de ovos utilizando nove casais/UC fez com que essa densidade fosse a mais eficiente para a criação, considerando a capacidade de oviposição total e eficiência de espaço. No entanto, os resultados obtidos para o número e viabilidade de ovos e longevidade dos adultos demonstraram que todas as densidades permitiram a criação satisfatória de adultos de *C. externa*.

Orientador: César Freire Carvalho - UFLA

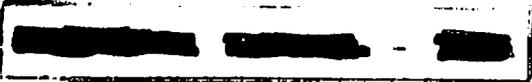
CHAPTER 2

2 ABSTRACT

COSTA, Renildo Ismael Félix da. **Influence of different densities on some reproductive and behavior aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) adults.** Lavras: UFLA, 60p. (Dissertation - Master Program in Entomology).¹

Aiming to obtain efficiency of *Chrysoperla externa* (Hagen) eggs in collective rearing, the different adults densities influencing on daily fecundity, total number of eggs per female, total number of eggs per rearing unit (RU), hatching, percentage of damaged eggs, time for adult elimination and adult longevity, were studied. The assays were carried in the Insect Biology Laboratory of the Entomology Department of the Federal University of Lavras – UFLA, MG, Brazil, under 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ RH, and at a 12 hour photophase. A PVC (polivinyll chloride) cylinder of 10 cm diameter by 10 cm height and 785cm^3 volume was utilized as rearing unit. Five densities as treatments with one, three, five, seven and nine couple/RU and ten repetitions, carried in completely randomized design were utilized. It was also verified that the creasing on couple densities promoted a decrease in fecundity and an increase in eggs damaged within the five couple/RU. On the other hand, the total oviposition capacity per RU in one, three, five seven and nine couple/RU were, $1.322.1 \pm 103.4$; $3.469.5 \pm 190.3$; $5.394.5 \pm 201.3$; $7.188.3 \pm 220.0$ e $8.888.2 \pm 342.5$ eggs, respectively, no significant differences were observed at hatching. The best time for adult elimination was 60-72 days when the females deposited 80-90% of her eggs. The males and females longevity of 10 couple/RU was 103.3 ± 8.7 and 105.8 ± 4.1 days, having been higher than the other densities. Even with fecundity loss and rise of damaged eggs, nine couple/RU was the most efficient treatment for *C. externa* massal rearing, due to the significant gain in eggs production. However, the results obtained to production with egg percentage of hatching and adult longevity, showed that all densities, allowed the adult *C. externa* rearing.

¹Adviser: César Freire Carvalho - UFLA



3 INTRODUÇÃO

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são insetos predadores, especialmente durante o estágio larval, e em alguns casos na fase adulta, que ocorrem naturalmente em ecossistemas naturais e agrícolas. Os adultos possuem facilidade de dispersão, sendo atraídos para culturas que disponham recursos alimentares como exsudatos açucarados, pólen e “honeydew” secretado por alguns homópteros. Nesses locais, depositam seus ovos, dos quais eclodirão as larvas que são reconhecidamente vorazes.

Devido à sua importância na supressão de artrópodes-pragas e capacidade de adaptação a condições de criação em laboratório, as espécies do gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964 têm recebido atenção especial do ponto de vista do controle biológico, principalmente na redução de populações de afídeos e fases imaturas de lepidópteros (Kabissa et al., 1996). Essas características fizeram com que alguns pesquisadores buscassem aperfeiçoar as técnicas de criação, visando aumentar a disponibilidade desses predadores para programas de liberação em larga escala, diminuindo o emprego de mão-de-obra e os custos envolvidos na produção (Karelin et al., 1989; Ferreira, 1997). Em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, as diferentes fases desses insetos são comercializadas e liberadas de forma inundativa, e algumas técnicas de imersão de ovos em solução de água mais espalhante adesivo, estão sendo aperfeiçoadas para distribuição desses agentes no campo (Wunderlich & Giles, 1999).

Entre as espécies que ocorrem no Brasil, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) tem se destacado devido a sua facilidade de reprodução em laboratório, polifagia, voracidade, adaptabilidade ecológica e tolerância a inseticidas (Carvalho et al., 1998; Carvalho & Souza, 2000).

Tendo em vista a importância da densidade de adultos para a criação massal e produção de ovos de crisopídeos, e a carência dessa informação para

espécies que ocorrem no Brasil, objetivou-se neste trabalho, determinar a influência da densidade de adultos de *C. externa* por unidade de criação sobre alguns aspectos reprodutivos e comportamentais dessa espécie.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de *C. externa* recém-emergidos foram colocados em unidades de criação (UC) nas densidades de um, três, cinco, sete e nove casais e mantidos em câmaras climatizadas a 25 ± 1 °C, UR 70% \pm 10 e fotofase de 12 horas. As UC's foram constituídas por um tubo de PVC (cloreto de polivinilo) com 10 cm de diâmetro por 10 cm de altura e volume de 785 cm³, cujo interior foi revestido com um papel de filtro branco, servindo como substrato para oviposição. A extremidade superior da UC foi fechada com tecido "organza", contendo um orifício central para encaixe do recipiente de alimentação, e a inferior com tecido filó. Esses tecidos foram fixados com auxílio de uma goma elástica. A escolha dessa unidade de criação baseou-se na facilidade de manuseio durante a reposição do substrato de oviposição e recipiente de alimentação, bem como por possibilitar uma maior variação na densidade de casais sem a necessidade de um grande número de indivíduos.

O recipiente de alimentação consistiu de um frasco de vidro com capacidade para 3 ml, um anel de borracha com 4 cm de diâmetro e um pedaço de espuma de poliuretano com 1 cm de altura por 1 cm de largura e 3 cm de comprimento, conforme metodologia sugerida por Freitas (2001). No processo de montagem, acoplou-se o anel de borracha ao gargalo do frasco. O anel de borracha apoiado sobre o tecido "organza", proporcionou um perfeito ajuste entre o recipiente de alimentação e a UC, impedindo a fuga de adultos. O frasco foi preenchido com água, inserindo-se 2/3 da esponja e deixando uma superfície externa de aproximadamente 1 cm para receber cerca de 10 mg da dieta

composta por l vedo de cerveja e mel (1:1). Para o fornecimento da dieta aos adultos, o recipiente de alimenta o foi inserido na UC na posi o invertida, fazendo com que a  gua umedecesse toda a esponja at  alcan ar a dieta, evitando o ressecamento dessa e auxiliando na manuten o da umidade relativa do interior da gaiola (Figura 1).

A renova o do substrato de oviposi o, a troca do recipiente de alimenta o e a transfer ncia de adultos das UC's e coleta dos ovos foram realizadas a cada tr s dias. Considerando que ovos de *C. externa* mantidos a 25  C apresentam per odo embrion rio m dio de quatro dias, esse intervalo n o permitiu a eclos o de larvas no interior da UC e reduziu as atividades de manuseio.

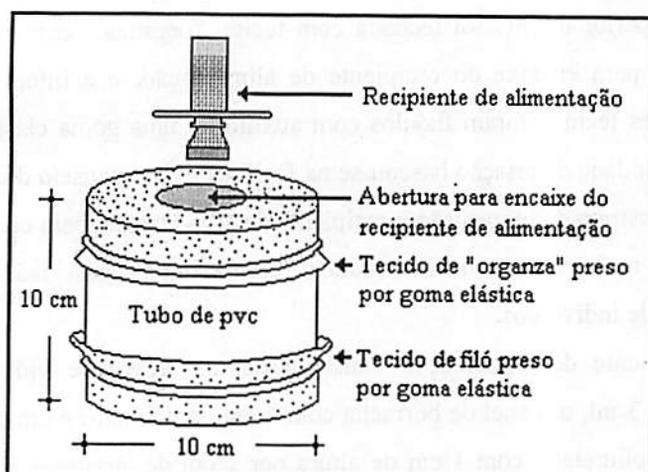


Figura 1. Croqui da unidade de cria o (UC) e oviposi o dos adultos de *Chrysoperla externa*. UFLA, Lavras – MG, 2002.

No processo de avalia o do experimento, observou-se o n mero de ovos danificados aderidos ao substrato de oviposi o, removendo-os em seguida com uma tesoura de ponta fina. Os ovos perfeitos foram retirados com o aux lio

de uma lâmina afiada, com 2,5 cm de largura por 10 cm de comprimento, colocados em uma placa de Petri com 20 cm de diâmetro e quantificados.

Determinou-se a viabilidade dos ovos em função da densidade de casais e idade das fêmeas, aos 30 e 60 dias após o início do período de oviposição. As amostras consistiram de cinco ovos por fêmea, em cada uma das dez repetições, totalizando 50; 150; 250; 350 e 450 ovos, respectivamente, para as densidades de um, três, cinco, sete e nove casais/UC. Os ovos foram colocados em placas de teste ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay), cobertas por lâmina de PVC transparente (Figura 2), mantidas em câmaras climatizadas a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, até a eclosão das larvas ou por um período de oito dias.

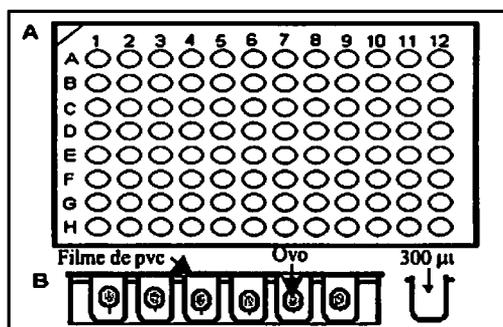


Figura 2. Croqui da placa utilizada para testes de viabilidade dos ovos de *Chrysoperla externa*. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Comportamento de oviposição e ocorrência de ovos danificados;
- Capacidade de oviposição diária/UC – número de ovos observados por UC, a cada três dias, durante o período de oviposição, em função da densidade de casais;

- c) Capacidade de oviposição total/fêmea – total de ovos depositados durante o período de oviposição, dividido pelo número de fêmeas de cada UC, em função da densidade de casais;
- d) Capacidade de oviposição total/UC – total de ovos depositados por UC durante o período de oviposição, em função da densidade de casais;
- e) Época de descarte – período em que 80% do total de ovos já foram depositados;
- f) Viabilidade dos ovos;
- g) Longevidade.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, representados pelas densidades de casais e 10 repetições. Para analisar a produção total/UC e a produção total/fêmea, utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knot a 5% de probabilidade. Para a capacidade de oviposição diária, utilizou-se um esquema de regressão com a equação:

$$z = a.e^{-5\left[\left(\frac{x-x_0}{b}\right)\right]^2} + \left[\left(\frac{y+y_0}{c}\right)\right]^2$$

Sendo:

z - estimativa da produção;

x - densidade de casais;

y - período de oviposição;

a, b, c - variáveis independentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Influência da densidade de casais sobre o comportamento de oviposição e ocorrência de ovos danificados

Em todas as densidades houve uma tendência das fêmeas de *C. externa* ovipositarem no terço superior da UC e no tecido usado para fechar as gaiolas. No entanto, o aumento da densidade de adultos alterou esse comportamento, provocando uma maior distribuição dos ovos sobre toda a superfície interna da gaiola, inclusive na sua base. Esse fenômeno pode ser atribuído à diminuição da área disponível para oviposição em razão do aumento da densidade, uma vez que a UC possuía uma área disponível de 463 cm². A escolha de locais mais elevados para a oviposição é uma característica comportamental de *C. externa*, também observada para *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) por Karelin et al. (1989); as fêmeas dessa espécie apresentaram geotropismo negativo na busca de local para depositar seus ovos, independente da iluminação.

A distribuição dos ovos em toda a área disponível da UC apresentou como desvantagem a necessidade do uso de tesoura para remoção dos ovos depositados nos tecidos da base e do topo e lâmina afiada para retirar os ovos das laterais, tornando o processo de coleta mais complexo. Para direcionar a oviposição de *C. carnea* Karelin et al. (1989) sugeriram o uso de papel preto nas paredes laterais como inibidor e, no topo, um tecido atrativo denominado "tarpaulin", alcançando uma concentração de 97,3 a 99,0% de ovos nesse local, o que permitiu a remoção dos ovos sem a abertura ou substituição da gaiola.

Observou-se sobreposição de posturas, formando grupos de dois a três ovos em um mesmo pedicelo, a partir da densidade de três casais/UC (Figura 3), constituindo-se um comportamento atípico para *C. externa*, a qual, normalmente, deposita seus ovos individualmente no ápice de um pedicelo. A

ocorrência desse fenômeno pode constituir um problema indesejável para a coleta e individualização dos ovos.

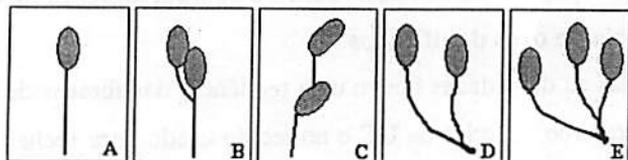


Figura 3. Posturas de *Chrysoperla externa*: A - ovo normal; B - E - variações observadas na oviposição. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Foi constatada a presença de ovos danificados, caracterizados por um aspecto enrugado, ou apenas pedaços do córion aderidos ao pedicelo (Figura 4). Esse fenômeno apresentou um pico de ocorrência em torno dos 18 dias após o início da oviposição, independente da densidade, tornando-se inexpressivo a partir dos 90 dias (Figura 5), sugerindo que o aumento da produção desses ovos está diretamente relacionado com o aumento da produção de ovos perfeitos.



Figura 4. Ovos de *Chrysoperla externa* danificados. UFLA, Lavras – MG, 2002.

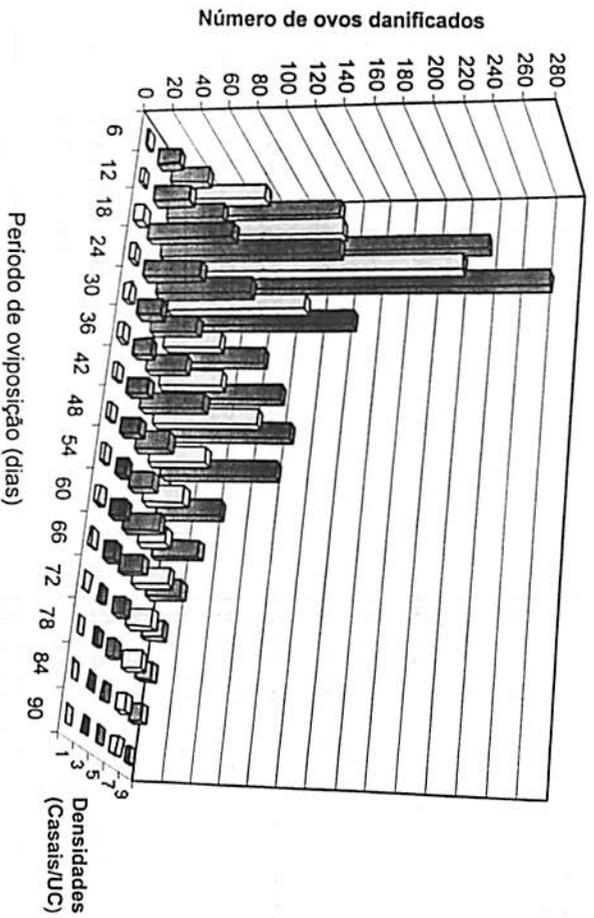


Figura 5. Produção de ovos danificados em função da densidade de adultos de *Chrysoperla externa* por unidade de criação. UFPA, Lavras – MG, 2002.

No final do período de oviposição, constatou-se um total de, 38, 234, 470, 805 e 1177 ovos danificados/UC, nas densidades de um, três, cinco, sete e nove casais, respectivamente, podendo-se afirmar que o aumento da densidade provocou uma maior ocorrência de ovos danificados por UC. Com relação ao número de ovos danificados por fêmea, não foi observado aumento significativo entre as densidades três e cinco, com 78 e 94 ovos, respectivamente; e sete e nove, com 115 e 131 ovos/fêmea, respectivamente (Tabela 1).

Na densidade com cinco casais/UC, observou-se uma fêmea apoiando-se em um pedicelo até alcançar e alimentar-se do ovo, revelando que a oofagia pode ter ocasionado os danos verificados nos ovos. Embora esse não seja um comportamento freqüente nessa espécie, Ru et al. (1975) também verificaram

que fêmeas de *C. externa* mantidas em laboratório alimentaram-se de seus próprios ovos. Ribeiro & Carvalho (1991), estudando o comportamento de fêmeas dessa espécie em diferentes condições de acasalamento, encontraram pedaços de córion na gaiola, mas não registraram a ocorrência de oofagia. Canard & Duelli (1984) relataram que a auto-oofagia poderá ser constatada em espécies predadoras e não predadoras, podendo estar relacionada com a escassez de alimento. Todavia, devido à maior incidência de ovos danificados ter sido constatada nas unidades com maior densidade de casais, mesmo havendo disponibilidade de alimento, acredita-se que o “stress” provocado pelo aumento no número de indivíduos pode ter induzido esse comportamento.

TABELA 1. Influência da densidade de casais sobre a produção de ovos (\pm EP)¹ danificados de *Chrysoperla externa*. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidades (Casais/UC)	Número total de ovos danificados/UC	Número total de ovos danificados/fêmea	Queda de produção (%)*
1	38,3 \pm 5,3 a	38,3 \pm 5,3 a	- 2,8
3	233,8 \pm 39,0 b	77,9 \pm 13,0 b	- 6,3
5	470,0 \pm 62,8 c	94,0 \pm 12,6 b	- 8,0
7	805,1 \pm 92,1 d	115,0 \pm 13,2 c	- 10,0
9	1177,8 \pm 73,2 e	130,8 \pm 8,1 c	- 11,7

*Valor calculado em relação à oviposição total/UC.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão

Os ovos danificados representaram uma queda de 2,8% a 11,7% na produção, conforme o aumento da densidade (Tabela 1). Para evitar essas perdas, será necessário investigar as causas de sua origem e desenvolver técnicas que diminuam a sua ocorrência. Desse modo, outros estudos sobre esse assunto precisam ser desenvolvidos.

5.2 Influência da densidade de casais sobre a fecundidade e viabilidade dos ovos

Até o sexto dia após o início da oviposição, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a produção diária de ovos, avaliada a cada três dias. No entanto, 12 dias após o início da oviposição, observou-se um incremento significativo no número de ovos à medida que se aumentou a densidade de casais/UC. Com relação à distribuição dos ovos ao longo do período de oviposição, não foi verificada influência da densidade, uma vez que todos os tratamentos apresentaram um comportamento semelhante, alcançando um pico de oviposição em torno dos 36 dias, seguido por um período de declínio até a total paralização da produção (Figura 6).

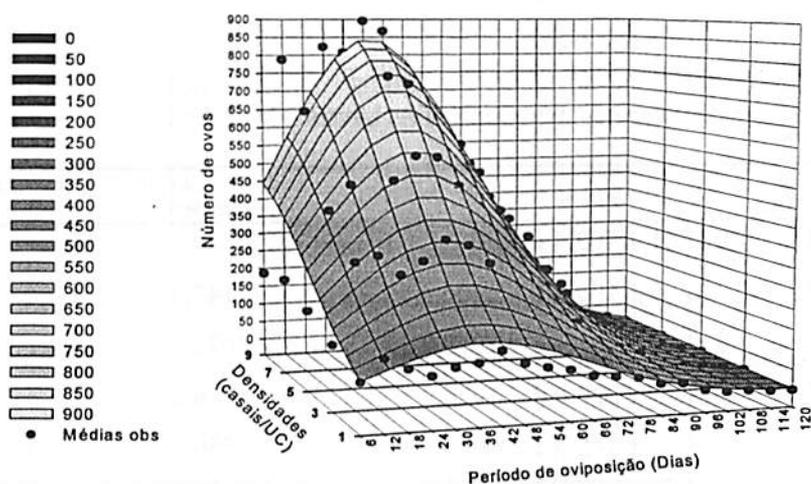


Figura 6. Oviposição diária de *Chrysoperla externa* em função da densidade de casais/UC. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Com relação à oviposição total/UC, o aumento para as densidades três, cinco, sete e nove casais/UC, em comparação com a densidade de um casal/UC, proporcionou um acréscimo de 2.147; 4.072; 5.866 e 7.566 ovos, resultando em

um incremento no número de ovos de 2,6; 4,1; 5,4 e 6,7 vezes, respectivamente (Tabela 2). O aumento da densidade provocou uma redução na fecundidade das fêmeas, que passou de 1.322,1, na densidade de um casal/UC, para 1.156,5; 1078,9; 1.026,9 e 987,6 ovos/fêmea quando foram submetidos às densidades de três, cinco, sete e nove casais/UC, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados aproximaram-se daqueles obtidos por Karelin et al. (1989), segundo os quais um aumento de duas a três vezes na densidade de adultos provocou redução na fecundidade das fêmeas. Por outro lado, houve um incremento de 1,6 a 2,0 vezes no número de ovos obtidos/UC. Da mesma forma, Ferreira (1997), aumentando a densidade de adultos de *C. externa* de um para cinco e dez casais, em uma UC com volume de 1.570 cm³, obteve um aumento de 2,6 e 5,8 vezes na produção de ovos.

TABELA 2. Influência do número de casais sobre a fecundidade (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa*. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidades (Casais/UC)	Oviposição/UC	Oviposição/fêmea	Incremento no número de ovos	Incremento na produção
1	1322,1 \pm 103,4 a	1322,1 \pm 103,4 a	-	-
3	3469,5 \pm 190,3 b	1156,5 \pm 63,4 a	2147,4	2,6
5	5394,6 \pm 201,3 c	1078,9 \pm 40,3 b	4072,5	4,1
7	7188,3 \pm 220,0 d	1026,9 \pm 31,4 b	5866,2	5,4
9	8888,2 \pm 342,5 e	987,6 \pm 38,0 b	7566,1	6,7

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão

O fato de o incremento no número de ovos de 2,6; 4,1; 5,4 e 6,7 vezes não ter acompanhado o aumento na densidade de casais, que foi de 3; 5; 7 e 9 vezes, respectivamente, pode ter sido provocado pela diminuição da fecundidade e pela elevação no número de ovos danificados, observada com o aumento da

densidade de casais/UC. No entanto, a maior produção de ovos observada no tratamento com nove casais/UC compensou essas perdas, permitindo que essa densidade seja considerada a mais eficiente para a criação massal de *C. externa*.

Na figura 7 pode-se verificar uma tendência de aumento no número de ovos/UC, associado com uma suave queda na fecundidade/fêmea para densidades superiores a nove casais/UC, evidenciando a necessidade da realização de outros estudos para verificar até que nível haverá resposta do aumento da densidade sobre a produção de ovos/UC.

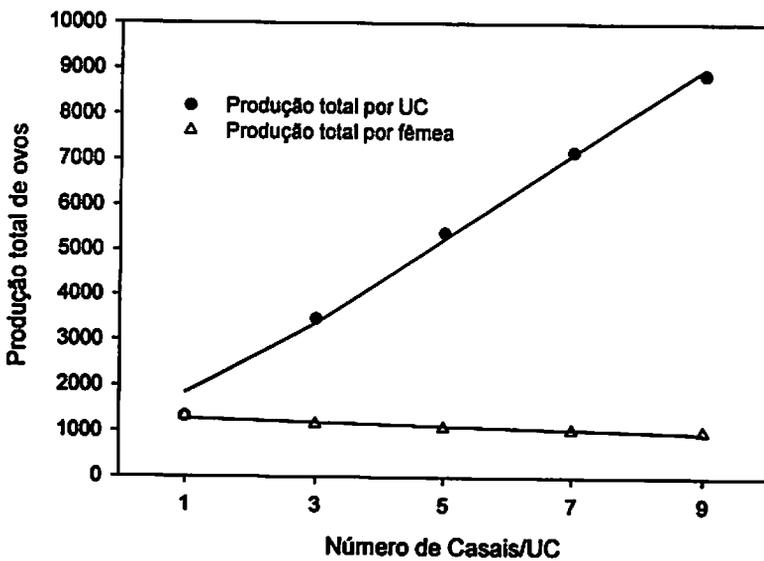


FIGURA 7. Influência do número de casais de *Chrysoperla externa* sobre a produção total de ovos. UFLA, Lavras – MG, 2002.

A densidade de adultos não influenciou na viabilidade dos ovos, que se manteve entre 85 e 98% em todos os tratamentos. Da mesma forma, o aumento na idade das fêmeas, de 30 para 60 dias após o início da oviposição, não provocou queda na viabilidade (Tabela 3). Esses resultados foram semelhantes

àqueles obtidos por Macedo (2001), segundo o qual não foram constatadas perdas na viabilidade dos ovos com o aumento da idade das fêmeas.

TABELA 3. Viabilidade (\pm EP)¹ dos ovos de *Chrysoperla externa* aos 30 e 60 dias, em função da densidade de casais. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidades (Casais/UC)	Viabilidade dos ovos	
	30 dias	60 dias
1	98,0 \pm 2,0 Aa	96,0 \pm 2,2 Aa
3	98,6 \pm 0,9 Aa	97,0 \pm 1,5 Aa
5	96,2 \pm 1,6 Aa	94,6 \pm 1,6 Aa
7	96,3 \pm 1,6 Aa	90,4 \pm 3,3 Aa
9	85,6 \pm 5,8 Aa	96,3 \pm 1,1 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade

¹ Erro padrão

5.3 Influência da densidade de casais sobre a época de descarte dos adultos

A manutenção de adultos até 60 dias após o início da oviposição permitiu a obtenção de 80% do número total de ovos produzidos durante toda a fase reprodutiva. Até esse período, verificou-se um aumento de aproximadamente 10% na produção a cada seis dias. Aos 66 e 72 dias, essa porcentagem foi reduzida para cerca de 5%, estabilizando-se a partir dos 102 dias, quando as fêmeas cessaram a oviposição devido ao esgotamento dos oócitos (Figura 8).

Mesmo com a diminuição na fecundidade constatada após 60 dias, a permanência dos adultos até 72 dias permitiu um acréscimo de 125,5; 305,8; 515,3; 771,2 e 1.006,1 ovos nas densidades de um, três, cinco, sete e nove casais/UC, respectivamente (Tabela 4). Embora Costa et al. (2001) tenham recomendado o descarte dos adultos em torno dos 52 dias, em consequência da diminuição acentuada na fecundidade após esse período, esses resultados revelaram que a manutenção das fêmeas durante 72 dias poderá proporcionar

ganhos expressivos na produção de ovos, sobretudo em sistemas de criação com densidade mais elevada, compensando os cuidados dispensados no manejo das unidades de criação.

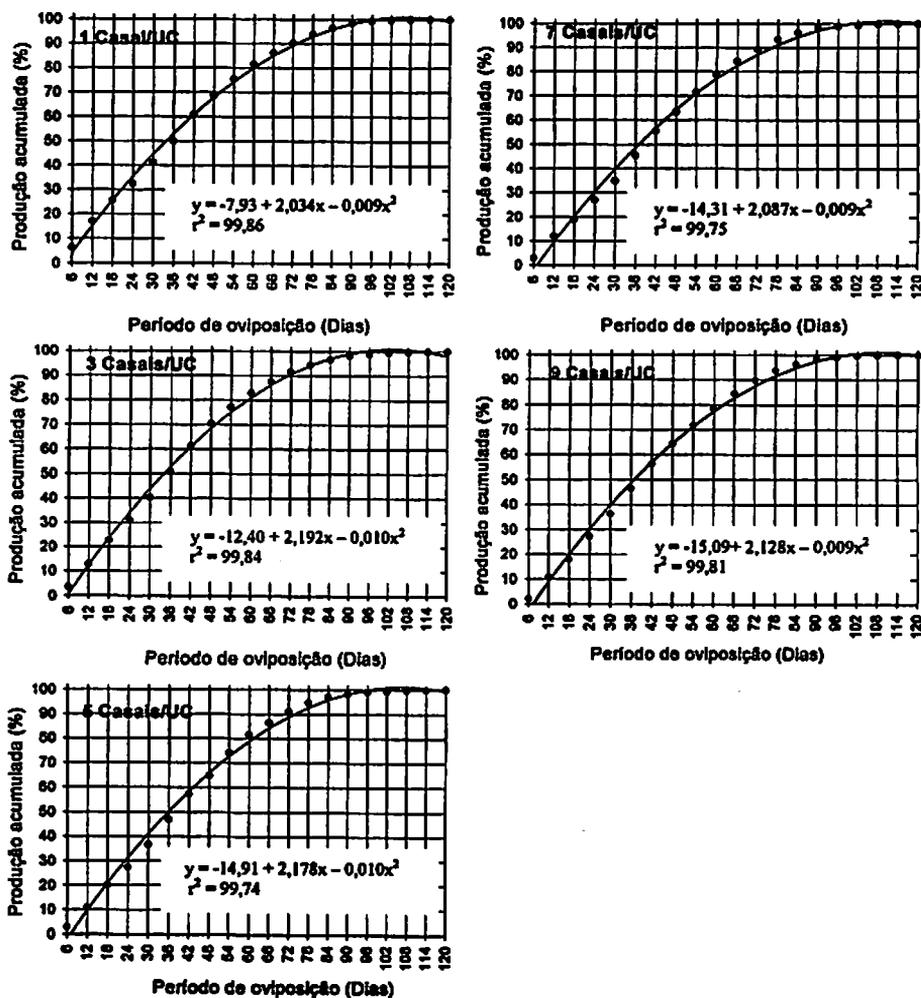


FIGURA 8. Produção acumulada de ovos de *Chrysoperla externa* em função da densidade de casais. UFLA, Lavras – MG, 2002.

TABELA 4. Número total de ovos (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa* produzidos até 60 e 72 dias após o início da oviposição em função da densidade de casais. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidades (Casais/UC)	Número de ovos		Incremento na produção (ovos)
	60 dias	72 dias	
1	1051,6 \pm 56,3	1177,1 \pm 72,2	125,5 \pm 22,3
3	2854,8 \pm 14,6	3160,6 \pm 136,8	305,8 \pm 35,5
5	4387,8 \pm 161,5	4903,1 \pm 171,1	515,3 \pm 34,8
7	5643,8 \pm 162,0	6415,0 \pm 195,1	771,2 \pm 53,3
9	6951,6 \pm 225,9	7957,7 \pm 226,1	1006,1 \pm 73,2

¹ Erro padrão

Esses resultados aproximam-se daqueles apresentados por Carvalho & Souza (2000), que sugeriram o descarte dos adultos entre 80 e 100 dias após o início do período de oviposição para *C. externa*, *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) e *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972). Em contraste, o descarte da espécie holoártica *C. carnea* é realizado em torno de 25 dias (Karelin et al., 1989).

5.4 Influência da densidade de casais sobre a longevidade

Nos tratamentos com um e três casais, não foram detectadas diferenças significativas entre a longevidade de machos e fêmeas. No entanto, a partir da densidade de cinco casais/UC, as fêmeas apresentaram longevidade superior, aproximando-se dos resultados observados por Ribeiro et al. (1991) segundo os quais machos e fêmeas apresentaram uma longevidade média de 80,3 e 86,0 dias, respectivamente. Da mesma forma, Ru et al. (1975) constataram uma longevidade de 65 dias para fêmeas de *Chrysopa lanata* (= *Chrysoperla externa*), superior àquela observada para os machos que atingiram 55 dias.

Mesmo com uma redução de 103,3 dias, na densidade de um casal/UC, para 85,9, na densidade de nove casais/UC, não foi observada diferença

significativa na longevidade dos machos em função do aumento na densidade, sendo corroborado pelos resultados obtidos por Karelin et al. (1989), segundo os quais o aumento na densidade de casais não interferiu na longevidade de *C. carnea*. Contudo, as fêmeas mantidas na densidade de um casal/UC apresentaram maior longevidade em relação aos outros tratamentos, alcançando 105,8 dias (Tabela 5).

TABELA 5. Longevidade (\pm EP)¹ dos adultos de *Chrysoperla externa* em função da densidade de casais UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidades (Casais/UC)	Longevidade (Dias)	
	Machos	Fêmeas
1	103,3 \pm 8,7 Aa	105,8 \pm 4,1 Aa
3	93,8 \pm 3,4 Aa	95,2 \pm 3,2 Ab
5	88,9 \pm 3,9 Aa	96,8 \pm 2,6 Bb
7	87,4 \pm 1,9 Aa	94,2 \pm 2,0 Bb
9	85,9 \pm 1,4 Aa	92,0 \pm 1,1 Bb

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão

Pode-se inferir que o aumento na densidade de casais não afetou na longevidade dos adultos; contudo, as fêmeas de um casal/UC apresentaram longevidade superior às demais.

6 CONCLUSÕES

- A elevação na densidade de casais aumentou a ocorrência de ovos danificados e reduziu a fecundidade, contudo, obteve-se uma maior produção de ovos nas UC's;
- Todas as densidades foram adequadas para a criação de *Chrysoperla externa*, mas a densidade de nove casais foi mais eficiente para a produção massal de ovos;
- A viabilidade dos ovos não foi influenciada pelo aumento na densidade de casais/UC;
- O descarte de adultos deverá ser feito de 60-72 dias, quando 80-90% do total dos ovos já foram produzidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANARD, M.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M., SÉMERIA, Y., NEW, T.R. (eds.). *Biology of Chrysopidae*. The Hague: W. Junk Publishers, 1984, p.92-100.
- CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C.F.; OLIVEIRA, C.M. Efeitos de reguladores de crescimento de insetos e do fungicida captan sobre ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.22, n.4, p.476-482, 1998.
- 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, p. 91 – 102.
- COSTA, R.I.F.; SOARES, J.J.; BARRETO, R.S. Aspectos reprodutivos de fêmeas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) utilizando *Aphis gossypii* Glover, 1877 como presa durante o estágio larval. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. *Resumos... Poços de Caldas*, 2001, p.36.
- FERREIRA, R.J. Técnicas para a produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). Jaboticabal: UNESP, 1997. 115p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- FREITAS, S. Criação de crisopídeos (Bicho - lixeiro) em laboratório. Jaboticabal: Funep, 2001. 20p. il.
- KABISSA, J.C.B.; KAYUMBO, H.Y.; YARRO, J.G. Seasonal abundance of chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae) preying on *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton in eastern Tanzania. *Crop Protection*, v.15, n.1, p.5-8, 1996.
- KARELIN, V.D.; YAKOVCHUK, T.N.; DANU, V.P. Development of techniques for commercial production of the common green lacewing, *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Entomologica Fennica*, v.53, p. 31-35, 1989.

MACEDO, L.P.M. Desenvolvimento, reprodução e comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições ambientais. Lavras: UFLA, 2001, 78p. il. (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, 1991.

RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. Influência da alimentação larval sobre a biologia dos adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Prática*, Lavras, v.15,n.4, p.349-354, 1991.

RU, N; WHITCOMB, W.H.;MURPHEY, M.; CARLYSLE, T.C. Biology of *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of The Entomological Society of America*, v.68, n.2, p.187-190, 1975.

WUNDERLICH, L.R.; GILES, D.K. Field assessment of adhesion and hatch of *Chrysoperla* eggs mechanically applied in liquid carriers. *Biological Control*, v.14, p.157-167, 1999.

CAPÍTULO 3

1 RESUMO

COSTA, Renildo Ismael Félix. Criação de larvas e armazenamento de ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Lavras: UFLA, 2002. 60p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)¹

Visando melhorar o método de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) durante os estádios pré-imaginais, pesquisou-se: (1) a influência da densidade de indivíduos para a criação de larvas em regime coletivo, avaliando-se a viabilidade e canibalismo na fase larval, bem como a porcentagem de emergência; (2) o uso de alimento alternativo para a criação de larvas, utilizando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (tratamento testemunha), ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar + dieta artificial nos demais instares e dieta artificial em todos os instares; (3) a influência do período de armazenamento e idade do ovo sobre a duração e viabilidade da fase embrionária. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais, Brasil. Os resultados mostraram que: (1) no final do terceiro instar, as larvas criadas na densidade 10 indivíduos/UC apresentaram maior viabilidade e menor ocorrência de canibalismo em relação aos demais tratamentos, não havendo diferença significativa para essas variáveis a partir da densidade 20 indivíduos/UC. Por outro lado, a densidade 160 indivíduos/UC foi a mais adequada para a criação massal, obtendo em média 120 adultos/UC; (2) as larvas que foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial apresentaram uma viabilidade média de 94% no final do terceiro instar e 85% na obtenção de adultos, não diferindo significativamente da testemunha, enquanto que, aquelas alimentadas apenas com dieta artificial obtiveram 33% e 18%, respectivamente. A duração do ciclo larva-adulto foi de 20,7 dias para as larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial, sendo superior à testemunha, com 18,9 dias; contudo, a maior duração foi observada entre aquelas alimentadas apenas com dieta artificial, sendo necessário 25,1 dias para atingir a fase adulta; (3) constatou-se uma porcentagem de eclosão superior a 90% para ovos armazenados de um a nove dias, tornando-se inferior a 50% a partir do décimo quinto dia. Não foi constatado o efeito da idade do embrião de zero, um, dois e três dias sobre a viabilidade dos ovos armazenados durante sete dias.

¹ Orientador: César Freire Carvalho - UFLA

CHAPTER 3

2 ABSTRACT

COSTA, Renildo Ismael Félix. Rearing of larvae and eggs storage of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Lavras: UFLA, 60 p. (Dissertation - Master Program in Entomology).¹

Aiming to improve the massal rearing of the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) on pre imaginal stage, a research on (1) the influence of eggs/larvae densities on larval survival and cannibalism, as well as the percentage of emergence; (2) alternative food for larvae, using as treatments *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs (control), *Anagasta kuehniella* eggs on first instar + artificial diet on second and third instars and artificial diet on whole larval stage; (3) and influence of storage on incubation period and hatching was developed. The assays were carried in the Insect Biology Laboratory of the Entomology Department of the Federal University of Lavras – UFLA, MG, Brazil. Results showed that (1) larvae reared on 10 eggs/larvae per RU reached greater survival and less cannibalism than the others treatments at the end of the third instar. Had no significant difference within the others treatments for these parameter. The density 160 eggs/larvae per RU obtained the best efficiency to massal rearing with 120 adults; (2) larvae fed on *A. kuehniella* eggs + artificial diet achieved survival of 94% at the end this stage and 85% to adult obtainment, had no significant difference on the control treatment, meanwhile those feed on and artificial diet only, achieved 33 and 18%, respectively. The larvae to adult period was 20.7 days for larvae feed on *A. kuehniella* eggs + artificial diet, have been higher than the control, but the highest duration was observed between those feed on an artificial diet, which needed only 25.1 days to reach the adult stage; (3) it was verified that a hatching rate, higher than 90% for stored eggs from one to nine days, became lower than 50% afterward the 15th day. No influence of the embryo ages zero, one, two and three days on hatching have been observed.

¹Adviser: César Freire Carvalho - UFLA

3 INTRODUÇÃO

Os crisopídeos têm proporcionado benefícios econômicos e ecológicos na redução da densidade populacional de alguns artrópodes-praga, apresentando-se como importantes predadores com ampla distribuição geográfica, habitats variados, polifagia, grande capacidade de busca, alta voracidade, elevado potencial de reprodução, facilidade de criação em laboratório e tolerância a alguns produtos fitossanitários. O manejo desses predadores pode ser realizado através da conservação e incremento das espécies nativas (Scomparin et al., 1997) ou pelo estabelecimento de programas de liberação inundativa ou inoculativa de espécies criadas em laboratório (Daane & Yokota, 1997).

O método inundativo tem recebido maior atenção, consistindo na liberação, em determinado local, de uma grande quantidade de indivíduos criados em insetários. Os resultados obtidos nesse método são de curto prazo e efêmeros, ou seja, apenas as larvas liberadas permanecem no local da aplicação, cumprindo o seu papel no controle das pragas até o final dessa fase. Após a emergência, os adultos podem permanecer na área de liberação, caso haja disponibilidade de alimento e abrigo, ou dispersarem para outras áreas em busca desses recursos, tornando-se necessárias outras liberações para controlar novos surtos da praga. Desse modo, a espécie utilizada deve possuir adaptabilidade à criação em laboratório e ser produzida de forma econômica e viável, sem haver perdas em suas características predatórias.

Dentre os representantes da família Chrysopidae, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) destaca-se como um importante agente de controle de artrópodes-praga em agroecossistemas como pastagens, batata, algodoeiro e pomares de citros, oliveiras e maçieiras (Núñez, 1988; Albuquerque et al., 1994). As pesquisas sobre as características biológicas, comportamentais e predatórias



dessa espécie refletem o crescente interesse em sua utilização na supressão de ártropodes-praga (Ribeiro et al., 1993).

O desenvolvimento de técnicas de criação, armazenamento e liberação, tendo como base os conhecimentos prévios sobre os aspectos biológicos de *C. externa*, poderá otimizar o processo de criação e reduzir os custos de produção massal desses predadores, dando suporte para seu emprego em programas de controle biológico. Este estudo objetivou investigar (a) a influência da densidade de indivíduos na criação de larvas em regime coletivo; (b) a adaptação de uma dieta artificial para alimentação de larvas e (c) a influência do período de armazenamento e idade do ovo no período embrionário e viabilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Influência da densidade de indivíduos na criação de larvas em regime coletivo

Foram colocados 10, 20, 40, 80 e 160 ovos de *C. externa* por unidade de criação (UC) medindo 10 cm de altura por 10 cm de diâmetro e volume de 785cm³. Essas foram fechadas no topo e na base com PVC laminado e apoiadas sobre uma placa da Petri com 15 cm de diâmetro. As larvas foram alimentadas com ovos do piralídeo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), utilizando um total de 45mg/larva, fornecidos em quatro parcelas, sendo 6% no dia da eclosão, 11%, 41% e 42%, respectivamente, no terceiro, quinto e sétimo dia após a eclosão, conforme sugerido por Ferreira (1997), permitindo o suprimento de ovos para a alimentação de cada ínstar (Tabela 1). Para diminuir o canibalismo, colocaram-se refúgios constituídos por pedaços de um tecido grosso (brim), medindo 5 cm de largura por 10 cm de comprimento (Ferreira, 1997), dobrados a cada centímetro e presos por goma elástica, na proporção de um refúgio para cada dez larvas.

Nas diferentes densidades testadas, avaliaram-se a viabilidade e canibalismo em todos os instares até atingir a fase adulta. O canibalismo durante o estágio larval foi verificado contando-se as larvas existentes na UC no final de cada instar, sendo confirmado pelas carcaças das larvas encontradas no interior da UC. Para verificar o canibalismo de pupas, os casulos das pupas inviáveis foram abertos com auxílio de estiletes, verificando-se a existência de áreas necrosadas resultantes da predação por larvas de terceiro instar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, representados pelas densidades de indivíduos na UC e 10 repetições, utilizando o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para o agrupamento de médias.

TABELA 1. Etapas da criação de larvas de *Chrysoperla externa* em diferentes densidades até a obtenção de adultos.

Dia	Fases do desenvolvimento	Etapa realizada	Quantidade de alimento (%)	Quantidade de alimento (mg) em função da densidade de indivíduos/UC ¹				
				10	20	40	80	160
1	Eclosão, L1	Primeira alimentação	6	27	54	108	216	432
3	L1	Segunda alimentação	11	49	98	196	392	784
5	L2	Terceira alimentação	41	185	370	740	1480	2960
7	L3	Quarta alimentação	42	189	378	756	1512	3024
Total de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> /UC em função da densidade			100%	450	900	1800	3600	7200

¹UC - Unidade de Criação;

L1, L2 e L3 – Larvas de primeiro, segundo e terceiro instares.

4.2 Adaptação de uma dieta artificial para larvas

A constituição da dieta foi semelhante àquela empregada por Cohen & Smith (1998) para *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), sendo composta de 100 g de carne bovina, 100 g de fígado, 100 g de ovos de galinha, 45 g de água, 15 g de sacarose, 5 g de mel dissolvido em 20 g de água, 10 g de levedo de cerveja e 5 ml de ácido acético a 10% em água. Como anti-contaminantes utilizou-se 0,6 g de sorbato de potássio, 0,1 g de cloridrato de tetraciclina e 0,1 g de sulfato de estreptomicina. Após cozimento do ovo durante 15 minutos, pesagem e diluição de cada ingrediente, aqueceu-se a água em um Becker de 200 ml até atingir 85-95 °C, adicionando-se a sacarose, o ácido acético e os anti-contaminantes, agitando até que a sacarose fosse dissolvida. Os ingredientes foram colocados em um liquidificador e processados durante três minutos, até a obtenção de uma consistência pastosa. A dieta foi transferida para um recipiente plástico com bico dosador, comumente empregado nas embalagens de “cat chup”, e conservada em refrigerador a ± 5 °C. Para alimentação das larvas, 10 mg de dieta foram embaladas em pedaços de parafilm® com 1,5 x 1,5 cm, esticados três vezes o seu tamanho original, com objetivo de se obter uma membrana delgada, que pudesse ser perfurada pelo aparelho bucal das larvas.

Na montagem do ensaio, larvas neonatas foram individualizadas em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, formando os seguintes tratamentos: (1) ovos de *A. kuehniella* em todos os instares (testemunha); (2) alimentação com ovos desse pirálídeo durante o primeiro instar e dieta artificial no segundo e terceiro instares e (3) alimentação com dieta artificial em todos os instares. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos representados pelo tipo de alimento e dez repetições, com cinco larvas por parcela, totalizando 50 larvas por tratamento. Utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para o agrupamento de médias.

4.3 Influência do tempo de armazenamento e idade dos ovos sobre o período embrionário e viabilidade

Ovos de *C. externa* com um dia de idade, provenientes da criação mantida pelo Laboratório de Biologia de Insetos, foram distribuídos em 16 placas de teste ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay), cobertas por uma lâmina de PVC (cloreto de polivinilo). A placa contendo os ovos do crisopídeo, utilizada como tratamento testemunha, não foi submetida ao armazenamento, permanecendo a 25 °C, enquanto as demais foram colocadas em câmaras climatizadas a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, permanecendo nesse local por um período de um a quinze dias, conforme o tratamento. Após completar o período de armazenamento pré-estabelecido, cada placa foi transferida para uma câmara a 25 °C, observando-se a eclosão das larvas durante oito dias.

Avaliou-se a viabilidade dos ovos utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado com 16 tratamentos, representados pelos períodos de armazenamento e oito repetições contendo 12 ovos por parcela, totalizando 96 ovos por tratamento. Utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para o agrupamento de médias.

Para estudar a influência da idade do ovo sobre a duração do período embrionário e viabilidade, utilizaram-se ovos com zero, um, dois e três dias, colocados em placas de teste ELISA, os quais foram armazenados durante sete dias a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Após esse período, cada placa foi transferida para uma câmara a 25 °C, observando-se a eclosão das larvas durante oito dias. Foram considerados como ovos com idade de “zero dia” aqueles obtidos na noite anterior à realização do ensaio e armazenados no mesmo dia da coleta. Utilizando esse mesmo critério, foram atribuídas as idades, um, dois e três dias para os demais tratamentos.

Avaliaram-se a duração e viabilidade do período embrionário, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos, representados pelas idades dos ovos e oito repetições contendo 12 ovos por parcela, totalizando 96 ovos por tratamento. Utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para o agrupamento de médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Criação de larvas em regime coletivo

Em todos os tratamentos, as larvas apresentaram o hábito de esconder-se, permanecendo no interior dos refúgios. O número de larvas observadas no final de cada instar acompanhou o aumento do número inicial de ovos, mantendo-se superior nos tratamentos com maior densidade. No final do terceiro instar, a densidade de 10 larvas/UC apresentou 9,2 larvas; enquanto no tratamento com 160 ovos/UC obteve-se 123,6 larvas. Por outro lado, mesmo sendo fornecido alimento e refúgio em quantidade proporcional ao número de larvas de cada tratamento, os resultados evidenciaram que a densidade 10 ovos/UC obteve melhor porcentagem de viabilidade em todos os instares, não sendo verificada influência do aumento da densidade para esse parâmetro nos tratamentos com 20, 40, 80 e 160 ovos/UC (Tabela 2).

Tabela 2. Número e viabilidade de larvas (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa* em função da densidade de ovos. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidade (ovos/UC)	Primeiro ínstar		Segundo ínstar		Terceiro ínstar	
	N ^o larvas	Viabilidade (%)	N ^o larvas	Viabilidade (%)	N ^o larvas	Viabilidade (%)
10	9,7 \pm 0,4 a	97,0 \pm 1,5a	9,4 \pm 0,5 a	94,0 \pm 1,6a	9,2 \pm 0,4 a	92,0 \pm 1,3 a
20	16,2 \pm 1,1 b	81,0 \pm 1,8b	16,0 \pm 1,2 b	80,0 \pm 2,0b	15,8 \pm 1,3 b	79,0 \pm 2,0 b
40	33,1 \pm 4,0 c	82,7 \pm 3,2b	32,3 \pm 3,8 c	80,7 \pm 3,0b	30,4 \pm 4,3c	76,0 \pm 3,4 b
80	63,8 \pm 4,8 d	79,7 \pm 1,9b	59,7 \pm 7,2 d	74,6 \pm 2,8b	57,1 \pm 7,5d	71,3 \pm 3,0 b
160	139,9 \pm 6,0 e	87,4 \pm 1,2b	129,3 \pm 6,4 e	80,8 \pm 1,3b	123,6 \pm 9,8 e	77,2 \pm 1,9 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão

No final da fase, observou-se um canibalismo em torno de 8% para as larvas mantidas na densidade de 10 ovos/UC, inferior aos demais tratamentos, que apresentaram 21, 24, 29 e 23 % nas densidades de 20; 40; 80 e 160 ovos/UC, respectivamente (Figura 1).

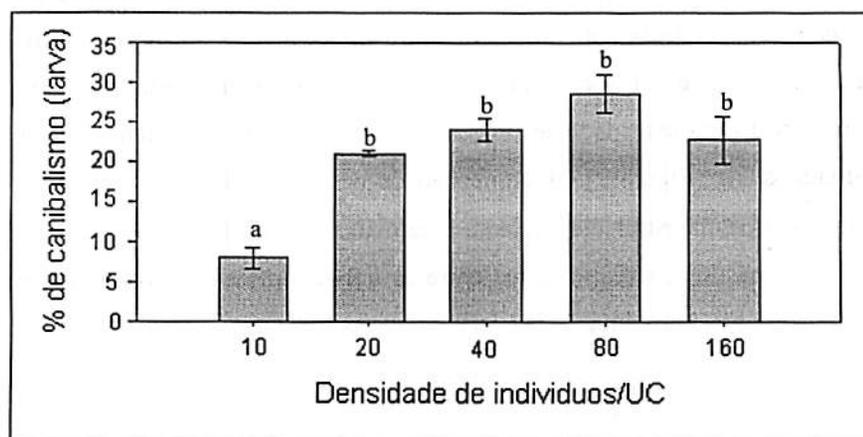


Figura 1. Canibalismo na fase larval de *Chrysoperla externa* em função da densidade de ovos/UC.

Constatou-se uma maior porcentagem de canibalismo entre larvas de primeiro ínstar devido à predação que ocorre quando a larva ainda está se libertando do córion. Por outro lado, os indivíduos mais desenvolvidos apresentaram maior capacidade de defesa contra o canibalismo, mostrando-se mais susceptíveis apenas nas ocasiões de ecdise e no processo de confecção do casulo. Essas observações diferiram dos resultados obtidos por Ru et al. (1975), que verificaram maior canibalismo entre as larvas de terceiro ínstar.

A utilização de refúgios para aumentar a superfície específica da UC e conferir proteção às larvas, associada ao suprimento de ovos de *A. kuehniella*, podem ter contribuído com a redução do canibalismo nessa fase, sendo essa técnica reconhecidamente importante para a criação (Ferreira, 1997; Carvalho & Souza, 2000), transporte e comercialização dessa fase (O'neil et al., 1998).

Com relação à fase de pupa, a densidade 10 indivíduos/UC obteve maior viabilidade, ou seja, 92% do número inicial de ovos atingiram a fase de pupa. A ocorrência de pupas inviáveis foi reduzida, chegando a ser nula na densidade de 10 indivíduos/UC e alcançando 1,7 % no tratamento com 40 indivíduos/UC, não sendo detectada diferença significativa entre essas médias (Tabela 3). Um resultado semelhante foi encontrado para o canibalismo, observando-se uma ocorrência de 1% na densidade de 10 indivíduos/UC e de 0,2% na densidade de 40 indivíduos/UC (Figura 2). A confecção de casulos no interior do refúgio constituiu-se de uma estratégia eficiente para evitar a predação intra-específica, uma vez que os fios de seda fixados entre as dobras do tecido protegeram as pupas, impedindo a aproximação das larvas de terceiro ínstar.

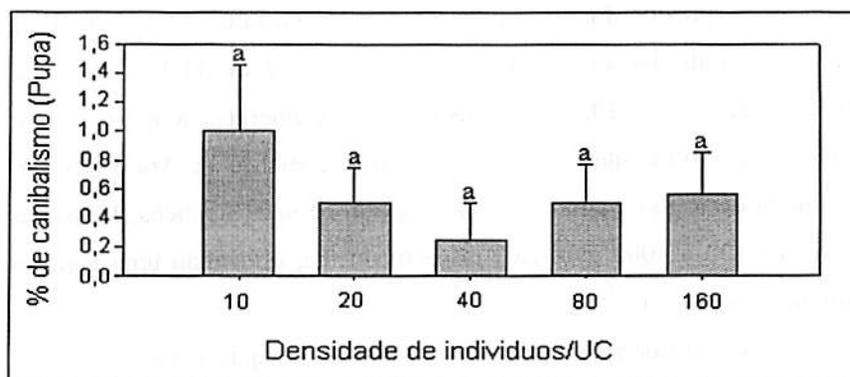


Figura 2. Canibalismo de pupas de *Chrysoperla externa* em função da densidade de indivíduos/UC

Na fase adulta, verificou-se uma razão sexual em torno de 0,5 para todos os tratamentos, correspondendo a uma proporção de 1:1 entre machos e fêmeas. Nessa fase, o maior número de indivíduos foi verificado na densidade de 160 indivíduos/UC com 120,5 adultos, sendo a maior porcentagem de emergência constatada na densidade de 10 indivíduos/UC, com 91% (Tabela 3).

Tabela 3. Número e viabilidade (\pm EP)¹ de pupas e adultos de *Chrysoperla externa* obtidos em função da densidade de ovos/UC. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Densidade (ovos/UC)	Nº pupas formadas	% pupas formadas	% pupas inviáveis	Nº adultos emergidos	% adultos emergidos	Razão sexual
10	9,2 \pm 0,4 a	92,0 \pm 1,3 a	0,0 \pm 0,0 a	9,1 \pm 0,6 a	91,0 \pm 1,8 a	0,48 a
20	15,5 \pm 1,4 b	77,5 \pm 2,3 b	1,0 \pm 0,6 a	15,2 \pm 1,5 b	76,0 \pm 2,4 b	0,49 a
40	30,1 \pm 4,5 c	75,2 \pm 3,5 b	1,7 \pm 0,5 a	29,3 \pm 4,5 c	73,2 \pm 3,5 b	0,52 a
80	56,9 \pm 7,6 d	71,1 \pm 3,0 b	0,9 \pm 0,4 a	55,8 \pm 8,3 d	69,7 \pm 3,3 b	0,53 a
160	121,8 \pm 9,5 e	77,5 \pm 1,9 b	0,2 \pm 0,1 a	120,5 \pm 9,3e	75,3 \pm 1,8 b	0,50 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão

Esses resultados foram superiores àqueles constatados por Ferreira (1997), que criando larvas em bandejas com volume de 11.172 cm³, nas densidades de 25; 50; 75; 100 e 125 ovos/UC, obteve emergência de 64; 54; 54; 50 e 50%, respectivamente. De modo semelhante, Bichão & Araújo (1989) verificaram 54 e 17,3% de adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) nas densidades de 100 e 4000 ovos/UC, respectivamente, utilizando uma bandeja com volume de 4.928 cm³.

Todas as densidades podem ser consideradas adequadas para a criação de larvas. No entanto, com 160 indivíduos/UC obtiveram cerca de 120 adultos, com um aproveitamento de 75% do número inicial de ovos, sendo essa a mais promissora para a criação de larvas em larga escala; contudo, a semelhança entre os resultados obtidos para a viabilidade das fases de larva e pupa e na porcentagem de obtenção de adultos, observada nas densidades de 20 a 160 larvas/UC, sugere a realização de outros ensaios para investigar se uma maior densidade de ovos/UC poderá ser aplicada para a produção massal de *C. externa*.

5.2 Adaptação de uma dieta artificial para larvas

As larvas que receberam ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar + dieta artificial nos demais instares apresentaram duração de 3,0; 2,9 e 4,6 dias para o primeiro, segundo e terceiro instares, respectivamente, sendo semelhante ao tratamento testemunha, exceto para o terceiro instar, no qual a duração foi de 3,3 dias. Verificou-se um prolongamento dessa fase entre as larvas que receberam somente dieta artificial com uma duração média de 5,6; 4,5 e 6,3 dias, para o primeiro, segundo e terceiro instares, respectivamente. Esses resultados aproximaram-se daqueles obtidos por Greenberg et al. (1994), segundo os quais as larvas de *C. rufilabris* alimentadas com ovos do noctuídeo *Helicoverpa zea* (Boddie) ou do gelequídeo *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) durante o primeiro instar e dieta artificial no restante da fase apresentaram maior duração

em comparação com larvas que receberam essas presas durante todos os ínstar. De acordo com Hasegawa et al. (1989), o prolongamento do período larval pode ser ocasionado não só pelas propriedades nutricionais, mas também por problemas na consistência da dieta.

As larvas neonatas, alimentadas somente com dieta artificial, apresentaram dificuldades para perfurar a membrana de “parafilm[®]” utilizada para embalar a dieta, ocasionando uma mortalidade em torno de 55% das larvas, antes que essas completassem o primeiro ínstar. No final dessa fase, obtiveram, para os tratamentos testemunha, ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial e apenas dieta artificial, viabilidade de 100, 94 e 33%, respectivamente, não sendo observada diferença significativa entre os dois primeiros tratamentos (Tabela 4).

TABELA 4. Duração (D) e viabilidade (V) (\pm EP)¹ de *Chrysoperla externa* em função da alimentação das larvas. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Tratamentos	Primeiro ínstar		Segundo ínstar		Terceiro ínstar	
	D	V	D	V	D	V
Ovos AK ² (Testemunha)	3,0 \pm 0,1 a	100 \pm 0,0 a	2,6 \pm 0,3 a	100 \pm 0,0 a	3,3 \pm 0,2 a	100 \pm 0,0 a
Ovos AK + Dieta artificial	3,0 \pm 0,2 a	98 \pm 0,1 a	2,9 \pm 0,2 a	98 \pm 0,1 a	4,6 \pm 0,7 b	94 \pm 0,1 a
Dieta artificial	5,6 \pm 0,7 b	45 \pm 0,3 b	4,5 \pm 0,4 b	40 \pm 0,3 b	6,3 \pm 1,1 c	33 \pm 0,3 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão; ² *Anagasta kuehniella*.

A despeito da duração dos íntares larvais, na fase de pupa os indivíduos que receberam somente dieta artificial apresentaram uma menor duração em comparação com os demais tratamentos. Esse resultado pode ter sido influenciado pela redução acentuada no tamanho da parcela experimental, que passou de 50 para 12 indivíduos (25% do número inicial), devido à elevada porcentagem de mortalidade observada nesse tratamento. Por outro lado, as

larvas que receberam apenas ovos de *A. kuehniella*, ou ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial, apresentaram viabilidade superior, 98 e 94% (Tabela 5), aproximando-se dos resultados de McEwen et al. (1996), que obtiveram uma viabilidade de 95% para *C. carnea*.

No período de larva a adulto, observou-se a duração de 18,9; 20,7 e 25,1 dias para os tratamentos testemunha, ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial e somente dieta artificial, respectivamente. Com relação ao número de larvas que atingiram a fase adulta, os resultados foram semelhantes para a testemunha e o tratamento com ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial, obtendo-se as viabilidades de 93 e 85%, respectivamente. Em contraste, apenas 18% das larvas alimentadas apenas com dieta artificial completaram esse ciclo (Tabela 5).

A viabilidade das larvas no tratamento que recebeu ovos + dieta foi superior àquela obtida por McEwen et al. (1996), os quais oferecendo 12 ovos de *A. kuehniella* suplementados com dieta artificial para larvas de *C. carnea*, verificaram uma porcentagem de emergência em torno de 70%. Contudo, a porcentagem de emergência de 18% de adultos para as larvas alimentadas somente com dieta artificial, foi inferior àquela observada por Cohen & Smith (1998) para larvas de *C. rufilabris*, em que 87% das larvas atingiram a fase adulta, recebendo uma dieta semelhante. A maior viabilidade alcançada para *C. rufilabris* pode ter sido ocasionada por uma maior adaptação da espécie a essa dieta, ou em consequência de mudanças no método de apresentação. No entanto, ainda não existem testes comparativos para verificar a adequação dessa dieta a diferentes espécies de crisopídeos.

TABELA 5. Duração e viabilidade (\pm EP)¹ das fases de pré-pupa + pupa e do período larva-adulto de *Chrysoperla externa* em função da alimentação larval. UFLA, Lavras – MG, 2002.

Tratamentos	Pré pupa + pupa		Larva-adulto	
	Duração	Viabilidade (%)	Duração	Emergência (%)
Ovos de <i>A.K</i> ²	10,0 \pm 0,1 b	98 \pm 0,1 a	18,9 \pm 0,1 a	93 \pm 0,12 a
<i>AK + D art</i> ³	10,2 \pm 0,5 b	94 \pm 0,1 a	20,7 \pm 0,5 b	85 \pm 0,16 a
Dieta artificial	8,7 \pm 0,5 a	25 \pm 0,3 b	25,1 \pm 1,5 c	18 \pm 0,26 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Erro padrão; ² *Anagasta kuehniella*; ³ Dieta artificial.

Embora Carvalho & Souza (2000) considerem como uma dieta sintética adequada àquela que, além de apresentar baixo custo, possa substituir totalmente a dieta natural, pode-se concluir que o fornecimento de ovos de *A. kuehniella* no primeiro ínstar e dieta artificial a partir do segundo ínstar pode ser vantajoso para a criação massal, considerando que as larvas consomem, no primeiro ínstar, apenas 6% da quantidade de alimento necessário para completar a fase, resultando numa redução de 94% no emprego de ovos de *A. kuehniella*. Contudo, será necessário aperfeiçoar o método de fornecimento da dieta, sobretudo para larvas neonatas, que apresentaram dificuldades para alimentar-se em função da fragilidade de seu aparelho bucal. Além disso, a utilização de outras fontes de alimento na constituição de dietas artificiais para larvas ainda constitui um importante objeto de pesquisa.

5.3 Influência do tempo de armazenamento e idade dos ovos sobre o período embrionário e viabilidade

Foi possível armazenar os ovos de *C. externa* a 10 °C, durante nove dias, com viabilidade superior a 90%. A partir desse período, verificou-se um

decréscimo gradativo para 78% entre os 10 e 11 dias, 60% de 12 a 14 dias, chegando a 44% no 15º dia (Figura 3).

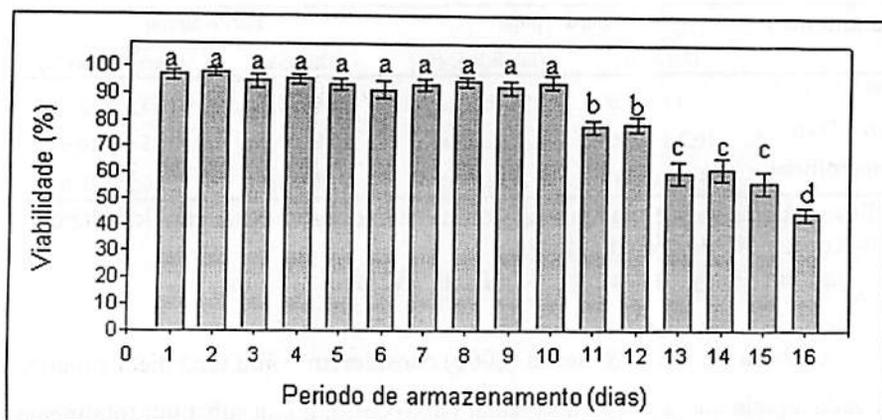


Figura 3. Influência do período de armazenamento sobre a viabilidade de ovos de *Chrysoperla externa* sob temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira (1997) para a mesma espécie, verificando uma viabilidade de 92% para ovos armazenados durante cinco dias, diminuindo para 84% e 52% aos 10 e 15 dias, respectivamente. Por outro lado, López-Arroyo et al. (2000) observaram que ovos de *C. externa* provenientes da região de Tabasco no México, armazenados durante até 21 dias, apresentaram uma viabilidade média de 72%. Mesmo se tratando da mesma espécie, acredita-se que populações de *C. externa* oriundas de regiões de clima ameno possam ser mais tolerantes a condições de baixa temperatura. Albuquerque et al. (1994) verificaram que fêmeas de *C. externa* coletadas em Arica – Chile foram propensas à indução de diapausa reprodutiva, enquanto indivíduos provenientes de Brasília – Brasil e Copán – Honduras não entraram em diapausa.

Dessa forma, o armazenamento de ovos a 10 °C, durante nove dias, pode ser uma alternativa viável para a sincronização entre a produção de *C. externa* em laboratório e a ocorrência do artrópode-praga, suprimindo a demanda de um grande número desse predador, com idade biológica relativamente uniforme, para liberação no campo. Contudo, períodos superiores a 14 dias foram inadequados para o armazenamento de ovos, provocando perdas significativas na viabilidade.

Com relação aos ensaios de armazenamento utilizando diferentes idades do embrião, ovos não armazenados, utilizados como testemunha, apresentaram um período de incubação de 4,0 dias. Após o armazenamento durante sete dias, esse período foi de 4,1; 3,5; 2,3 e 1,4 para ovos com idades de zero, um, dois e três dias (Figura 4A). Esses resultados evidenciaram que durante o armazenamento não houve desenvolvimento embrionário, uma vez que a testemunha e os ovos de zero dia apresentaram período de incubação semelhante. A interrupção no desenvolvimento apresentada pelos embriões dos ovos de zero dia pode ser confirmada pelas pesquisas de Figueira et al. (2000), que obtiveram 11,3 °C como a temperatura base (tb) para o desenvolvimento embrionário de *C. externa*.

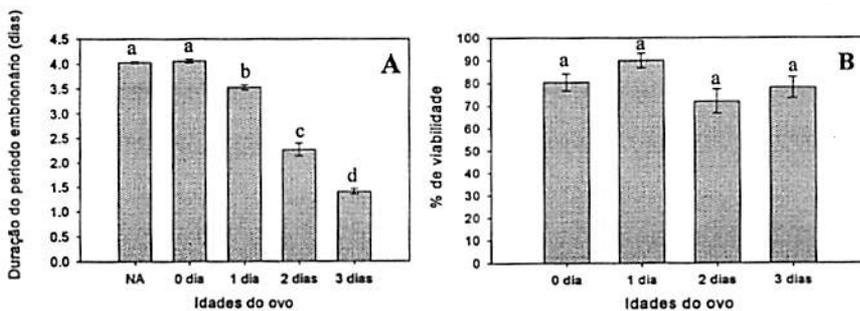


Figura 4. (A) Duração e (B) viabilidade ovos de *Chrysoperla externa* armazenados com diferentes idades; (NA) Ovos não armazenados.

Não foi detectada influência da idade do embrião sobre a viabilidade dos ovos, que foi de 80; 90; 72 e 79 % para ovos com idades de zero, um, dois e três dias, respectivamente (Figura 4B). Confirmando esses resultados, López-Arroyo et al. (2000) constataram que a idade na qual os ovos de *C. externa* foram submetidos ao armazenamento não influenciou na porcentagem de eclosão.

6 CONCLUSÕES

- A densidade de 10 indivíduos/UC permitiu maior viabilidade para a criação de larvas de *Chrysoptera externa*; contudo, a densidade de 160 indivíduos/UC foi a mais eficiente do ponto de vista da produção massal.
- A alimentação composta por ovos de *Anagasta kuehniella* no primeiro instar e dieta artificial nos demais instares foi eficiente para criação de larvas de *Chrysoptera externa*.
- Ovos de *Chrysoptera externa* puderam ser armazenados a 10 °C, durante 14 dias, sendo que a idade em que esses foram submetidos ao armazenamento não influenciou na viabilidade.

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**, San Diego, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.

BICHÃO, M. H.; ARAÚJO, J. Mass-rearing of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae: optimization of rearing unit yield. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia**, Coimbra, v. 4/11, n. 113, p. 117-124, 1989.

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. p. 91-102.

COHEN, A. C.; SMITH, L. K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: The efficacy of solids diets. **Biological Control**, San Diego, v. 13, n. 1, p. 49-54, Sept. 1998.

DAANE, M. K.; YOKOTA, G. Y. Releases strategies affect survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 2, p. 455-464, Apr. 1997.

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.

FERREIRA, R. J. **Técnicas para a produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1997. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticaba, SP.

GREENBERG, S. M.; NORDLUND, D. A.; KING, E. G. Influence of different larval feeding regimes and diet presentation methods on *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) development. **Journal Entomological Science**, Tifton, v. 29, n. 4, p. 513-522, Oct. 1994.

- HASEGAWA, M.; NIIJIMA, K.; MATSUKA, M. Rearing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on chemically defined diets. *Applied Entomology Zoological*, Tokyo, v. 24, n. 1, p. 96-102, Feb. 1989.
- KARELIN, V.D.; YAKOVCHUK, T.N.; DANU, V.P. Development of techniques for commercial production of the common green lacewing, *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Entomologica Fennica*, v.53, p. 31-35, 1989.
- LOPEZ-ARROYO, J. I.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. Storage of lacewing eggs: Post storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological Control*, San Diego, v. 18, n. 2, p. 165-171, June 2000.
- MC EWEN, P. K.; JERVIS, M. A.; KIDD, N. A. C. The influence on artificial food supplement on larval and adult performance in the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens). *International Journal of Pest Management*, London, v. 42, n. 1, p. 25-27, Jan./Mar. 1996.
- NÚÑEZ, E. Z. Ciclo biológico e criação de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomología*, Lima, v. 31, p. 76-82, 1988.
- O'NEIL, R. J.; GILES, K. L.; OBRYCKI, J. J.; MAHR, J. C. L.; KATOVITH, K. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. *Biological Control*, San Diego, v. 11, n. 1, p. 1-8, Jan. 1998.
- RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. Biologia dos adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas artificiais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 120-130, abr./jun. 1993.
- RU, N.; WHITCOMB, W. H.; MURPHEY, M.; CARLYSLE, T. C. Biology of *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of The Entomological Society of America*, v.68, n.2, p.187-190, Mar. 1975.
- SCOMPANIN, C. H. J.; FREITAS, S.; XAVIER, A. L. Q. Técnica auxiliar para monitoramento de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador, 1997. p. 135.

