



BRUNO BARBOSA AMARAL

**MELHORIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO E
TRANSPORTE DE *Chrysoperla externa* (Hagen,
1861) (Neuroptera: Chrysopidae) PARA USO NO
CONTROLE BIOLÓGICO APLICADO**

LAVRAS – MG

2015

BRUNO BARBOSA AMARAL

**MELHORIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO E TRANSPORTE DE
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) PARA USO
NO CONTROLE BIOLÓGICO APLICADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

Dra. Brígida Souza
Orientadora

**LAVRAS - MG
2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Amaral, Bruno Barbosa.

Melhoria no processo de produção e transporte de
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)
para uso no controle biológico aplicado / Bruno Barbosa
Amaral. – Lavras: UFLA, 2015.

92 p.: il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Brígida Souza.

Bibliografia.

1. Crisopídeo. 2. Criação massal. 3. Dieta artificial. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

BRUNO BARBOSA AMARAL

**MELHORIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO E TRANSPORTE DE
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) PARA USO
NO CONTROLE BIOLÓGICO APLICADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2015.

Dr. Alexander Machado Auad	EMBRAPA Gado de Leite
Dr. André Luis Santos Resende	UFRRJ
Dr. Carlos Eduardo Souza Bezerra	UFLA
Dr. Rogério Antônio Siva	EPAMIG

Dra. Brígida Souza
Orientadora

LAVRAS - MG

2015

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e força proporcionada para vencer mais esta etapa;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realização do curso de doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Professora Brígida Souza, pela orientação, ensinamentos, enorme consideração e amizade. Muito obrigado pela oportunidade de crescimento e de ampliação dos meus conhecimentos ao longo dos anos;

À minha namorada, Poliana Barros, pelo amor, carinho e compreensão dedicados, e por sempre estar ao meu lado me apoiando em todos os momentos;

Aos pesquisadores Dr. Alexander Machado Auad e Dr. Humberto de Mello Brandão, da EMBRAPA Gado de Leite, pela participação e envolvimento na realização de parte dos experimentos;

Ao Carlos Bezerra, pela amizade, companheirismo, ajuda nos experimentos e orientação nas análises estatísticas;

Aos colegas e amigos Laíris, Ana Luiza, Mayara, Rodolfo e Gustavo, pela valiosa ajuda na condução dos experimentos;

À minha família pelo apoio incondicional e carinho;

A todos os colegas do curso de pós-graduação do Departamento de Entomologia;

A todos os funcionários do Departamento de Entomologia, em especial à Elaine, Nazaré e Julinho, pela boa vontade e amizade;

Aos professores do Departamento de Entomologia, pelo convívio e ensinamentos;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

No Brasil, *Chrysoperla externa* (Hagen) é a espécie de crisopídeo mais estudada, podendo ser encontrada naturalmente em vários agroecossistemas. Estes predadores possuem grande potencial para ser empregado na redução populacional de diversos artrópodes pragas. Portanto, este trabalho teve o objetivo de desenvolver e aperfeiçoar técnicas de criação de *C. externa* visando a produção massal e o transporte para uso como agente de controle biológico. O trabalho foi composto por três ensaios: desenvolvimento de uma dieta artificial simples para larvas de *C. externa*, como meio alternativo de alimento em substituição às dietas normalmente utilizadas, constituídas, sobretudo, por ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e *Sitotroga cerealella* (Olivier); determinação da densidade mais adequada de adultos desse agente de controle por unidade de criação (UC); e avaliação dos materiais mais propícios a serem usados nos recipientes de envio e transporte de ovos e larvas de *C. externa*, os quais servirão como suporte e abrigo. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Das cinco dietas artificiais testadas, a que consistia em fígado de frango *in natura* foi a que proporcionou os melhores resultados para a alimentação de larvas de segundo e/ou terceiro instares em substituição à presa alternativa, mostrando-se viável para o desenvolvimento do inseto. A densidade de onze casais por UC foi a mais satisfatória por proporcionar a maior eficiência na produção de ovos e a manutenção da viabilidade embrionária superior a 92%. Com isso, a densidade de adultos mais adequada para a produção massal de *C. externa*, por unidade de volume, é de 71,4 cm³ por casal. Com relação ao envio e transporte de ovos, os melhores substratos foram sabugo triturado, serragem, vermiculita e gérmen de trigo, que não se diferenciaram entre si, e mantiveram uma viabilidade superior a 94%. Para as larvas, sabugo triturado e serragem, permitiram as mais altas sobrevivências, 98,5 e 97,5%, respectivamente, mostrando-se mais adequados para o envio e transporte desses predadores.

Palavras-chave: Crisopídeo. Criação massal. Inimigo natural. Dieta artificial.

ABSTRACT

In Brazil, *Chrysoperla externa* (Hagen) is the most studied specie of green lacewing, and can be naturally found in many agricultural ecosystems. These predators have great potential to be employed in the population reduction of many arthropod pests. Therefore, this study aimed at developing and improving *C. externa* rearing techniques for mass production and transportation for use as a biological control agent. The work was comprised of three trials: developing a simple artificial diet for *C. externa* larvae as an alternative means for food, replacing the diets normally used, constituted, mainly, of *Anagasta kuehniella* (Zeller) and *Sitotroga cerealella* (Olivier) eggs; determining the most appropriate density of adults of this control agent for rearing unit (RU); and evaluating the most suitable materials to be used for shipping and transportation containers for *C. externa* eggs and larvae, which will serve as a support and shelter. The experiments were conducted in the Insect Biology Laboratory, Department of Entomology, at the Universidade Federal de Lavras (UFLA). Of the five artificial diets tested, that which consisted of *in natura* chicken liver obtained the best results for feeding larvae of second and/or third instars, replacing the alternative prey, being a viable alternative for the development of the insect. The density of eleven couples per RU was the most satisfactory, providing the highest efficiency in eggs production and in maintaining embryo viability superior to 92%. Thus, the most appropriate adult density for the mass production of *C. externa* per unit of volume is of 71.4 cm³ per couple. Regarding the shipping and transportation of the eggs, the best substrates were ground corn cobs, sawdust, vermiculite and wheat germ, with no differences between them and maintaining a viability superior to 94.6%. For the larvae, ground cob and sawdust allowed the highest survival rates, 98.5 and 97.5%, respectively, being more suitable for shipping and transporting these predators.

Keywords: Lacewing. Mass rearing. Natural enemy. Artificial diet.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução Geral.....	9
1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Bioecologia de crisopídeos	12
2.1.1	Fase imatura	13
2.1.2	Fase adulta	14
2.2	Criação de crisopídeos	15
2.2.1	Dieta artificial	16
2.2.2	Remoção de ovos	17
2.2.3	Densidade de adultos na criação	18
2.3	Uso de crisopídeos no controle biológico aumentativo	20
3	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25
	CAPÍTULO 2 Criação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae) em dietas artificiais.....	32
1	INTRODUÇÃO	34
2	MATERIAL E MÉTODOS	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	CAPÍTULO 3 Densidade de casais de <i>Chrysoperla externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae) por unidade de criação.....	57
1	INTRODUÇÃO	59
2	MATERIAL E MÉTODOS	61
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	644
4	CONCLUSÃO	700
	REFERÊNCIAS	711
	CAPÍTULO 4 Substratos para remessa de ovos e larvas de <i>Chrysoperla externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae) via correio.....	744
1	INTRODUÇÃO	766
2	MATERIAL E MÉTODOS	79
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	822
4	CONCLUSÕES	90
	REFERÊNCIAS	91

CAPÍTULO 1 Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico de pragas se baseia no uso de inimigos naturais a fim de manter a densidade populacional desses fitófagos a um nível que não cause danos econômicos às plantas cultivadas. O uso dessa tática envolve a liberação e/ou conservação de organismos entomófagos (predadores e parasitoides) ou entomopatogênicos (fungos, vírus, bactérias e nematoides, principalmente) nos agroecossistemas. Esse método de controle tem apresentado resultados satisfatórios contra diversas espécies de artrópodes pragas, especialmente quando estas apresentam resistência aos produtos fitossanitários e, além disso, possui vantagens por não deixarem resíduos e causarem menor impacto sobre o equilíbrio ambiental.

Dentre os inimigos naturais predadores, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) vêm sendo usados como agentes de controle populacional de diversas espécies de organismos-praga, em várias partes do mundo, com ênfase em países da América do Norte, Europa e China, principalmente em ambientes protegidos. São produzidos aos milhares em insetários e comercializados nas fases de ovo, larva e adulta, esta, porém, em menor proporção (CARVALHO; SOUZA, 2009; ARBICO ORGANICS, 2015; KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS, 2015; SYNGENTA BIOLINE, 2015). Estes insetos são largamente estudados devido, especialmente, ao seu comportamento polífago. Além de se alimentarem de uma ampla gama de artrópodes pragas que atacam diversas culturas, as larvas possuem alta voracidade e, ainda, são insetos relativamente fáceis de se criar em laboratório.

Os crisopídeos mais estudados para uso no controle biológico pertencem ao gênero *Chrysoperla*. Esses insetos apresentam hábito predatório na fase de

larva, enquanto os adultos alimentam-se de substâncias açucaradas encontradas na natureza. Em criações massais, tais substâncias podem ser substituídas com sucesso por uma dieta artificial a base de lêvedo de cerveja e mel, a qual é capaz de garantir sua longevidade, fecundidade e fertilidade, além de proporcionar uma grande economia no processo de produção (RIBEIRO, 1988; CARVALHO; SOUZA, 2009).

No Brasil, destaca-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), que é facilmente encontrada, tanto em ambientes naturais como em agroecossistemas, apresenta grande potencial como agente de controle biológico nas condições edafoclimáticas do país, e não apresenta problemas quando criadas por várias gerações em laboratório (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994). Atualmente não existem insetários que comercializem estes predadores em nosso país, havendo apenas pequenas criações em universidades e centros de pesquisa, as quais são destinadas aos estudos com esses insetos.

O interesse pela produção de crisopídeos em larga escala esbarra em várias questões, algumas das quais tentarão ser sanadas a partir deste estudo. Uma delas refere-se aos problemas econômicos decorrentes do elevado custo da criação das larvas, que são alimentadas, na maioria dos laboratórios em todo o mundo, com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) ou *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) (TAUBER et al., 2000). A necessidade de uma segunda criação ou a compra destes ovos de empresas particulares torna a criação onerosa. Outras questões envolvem a otimização dos recipientes de criação dos insetos [unidades de criação (UC)], visando o aumento da densidade de crisopídeos por UC, bem como a forma de envio e transporte dos predadores desde a biofábrica até o produtor, sem perdas significativas na qualidade do produto final.

Assim, os objetivos deste trabalho foram:

- a) elaborar uma dieta artificial simples e de baixo custo para para fornecimento às larvas de *C. externa*, e que proporcione um desenvolvimento satisfatório em substituição à presa alternativa desse predador;
- b) determinar a densidade mais adequada de casais de *C. externa* por unidade de volume da UC, para obtenção da maior quantidade de ovos viáveis em criações desses insetos em laboratório;
- c) definir os materiais mais adequados para acondicionamento de ovos e larvas desse predador, visando o envio e o transporte para comercialização dos mesmos, e intercâmbio entre laboratórios de criações massais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bioecologia de crisopídeos

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são insetos que podem ser facilmente encontrados em ambientes naturais e agroecossistemas. Na natureza, estes predadores constituem-se em agentes de controle de diversos artrópodes, dada a gama de presas aceitáveis que atendem às suas necessidades biológicas de desenvolvimento, crescimento e reprodução. Eles podem se alimentar de ovos de diversos insetos, larvas neonatas de lepidópteros, pulgões, cochonilhas, ninfas de moscas-brancas, psilídeos, tripes, ácaros, dentre outros artrópodes de pequeno tamanho e com tegumento facilmente perfurável (PRINCIPI; CANARD, 1984; CANARD, 2001; CARVALHO; SOUZA, 2009).

O gênero *Chrysoperla* é comum em quase todo o mundo em sistemas de cultivo agrícola, tais como hortaliças, citros, plantas ornamentais, cultivos em casas de vegetação e florestais. Somente suas larvas têm ação predatória, sendo os recursos alimentares dos adultos na natureza constituídos, principalmente, de “honeydew” excretado por alguns hemípteros, néctar e pólen (TAUBER et al., 2000; DUELLI, 2001; TROUVE; THIERRY; CANARD, 2002).

As espécies holoárticas, *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), são as mais estudadas e utilizadas em programas de controle biológico, principalmente na América do Norte e na Europa, com vários trabalhos demonstrando seu potencial em laboratório, casa de vegetação e campo (HASSAN, 1978; HASSAN; KLINGAUF; SHALIN, 1985; HAGLEY; MILES, 1987; HAGLEY, 1989; KLINGEN et al., 1996; LEGASPI et al.; 1996; GOOLSBY et al.; 2000; EASTERBROOK; FITZGERALD; SOLOMON, 2006; PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011; SIMMONS; ABD-RABOU, 2011). No Brasil são encontradas quatro espécies

do gênero *Chrysoperla*, *C. externa*, *C. defreitasi* Brooks (1994), *C. raimundoi* Freitas e Penny (2001) e *C. genanigra* Freitas (2001). É possível que *C. externa* seja a mais comum na região Neotropical. Essa espécie se destaca pela ocorrência em muitas áreas cultivadas, atuando na regulação natural de populações de muitos artrópodes pragas. Além dessa característica é uma espécie relativamente fácil de ser criada em laboratório e apresenta alto potencial reprodutivo (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994; FREITAS, 2001; FREITAS; PENNY, 2001; BEZERRA et al., 2006; BONANI et al., 2009; CARVALHO; SOUZA, 2009).

2.1.1 Fase imatura

Os ovos dos crisopídeos possuem formato elipsoide, têm coloração verde claro logo após serem ovipositados e vão ganhando coloração mais escura na medida em que o embrião se desenvolve. Possuem um pedicelo hialino que os mantêm fixados ao substrato, o que restringe a predação pelas próprias larvas, as quais possuem hábito canibal, e por eventuais inimigos naturais (PRINCIPI; CANARD, 1984; BAR; GERLING, 1985; SOUZA, 1999).

As larvas são campodeiformes, predadoras ativas, passam por três instares bem definidos e apresentam longas peças bucais prognatas do tipo sugador mandibular. As mandíbulas e maxilas são curvadas e apresentam sulcos internos que, quando justapostos, formam um canal para sucção do alimento (SOUZA, 1999). De acordo com Ribeiro (1988), o primeiro instar de *C. externa* tem duração de 3 a 3,9 dias, o segundo de aproximadamente 3 dias e o terceiro instar, que normalmente é mais longo, varia entre 3,6 e 4,2 dias.

Ao final do período larval, a larva tece um casulo cilíndrico de seda, onde passa as fases de pré-pupa e pupa (RIBEIRO, 1988; SOUZA, 1999). Canard e Principi (1984) constataram que a fase de farata, também chamada de

pupa móvel, se dá logo após a pupa deixar o casulo. O farato se fixa a um substrato e realiza a última ecdise com a consequente emergência do adulto.

2.1.2 Fase adulta

Logo após a emergência, os crisopídeos adultos expandem suas asas e liberam o mecônio. Apresentam coloração verde clara, corpo frágil, asas membranosas reticuladas e hialinas, aparelho bucal mastigador, antenas filiformes de comprimento menor que o corpo, olhos dourados bem pronunciados, dispostos nas laterais da cabeça (FREITAS; PENNY, 2001). O hábito alimentar é variável, uma vez que algumas espécies se alimentam de pólen e de substâncias açucaradas produzidas por plantas e outros insetos, enquanto outras são predadoras e se nutrem essencialmente das mesmas presas consumidas na fase de larva (NEW, 1975).

Crisopídeos adultos são atraídos por focos luminosos e durante o dia permanecem abrigados entre a folhagem das plantas. No princípio da vida adulta inicia-se a oviposição, logo após o acasalamento, que é importante não somente para a fertilização dos ovos, mas também como estímulo à oviposição. (RIBEIRO; CARVALHO, 1991; ALBUQUERQUE, 2009). A fecundidade está diretamente relacionada com a qualidade do alimento consumido na fase larval, longevidade do adulto e condições ambientais (CANARD; VOLKOVICH, 2001). Ribeiro (1988) avaliou a longevidade, oviposição diária e total de *C. externa* mantidos a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, sendo as larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e os adultos com uma dieta composta por lêvedo de cerveja, mel e água. A oviposição diária foi de 29 ovos, com uma produção total de 2273 ovos; e a longevidade foi de 112 dias para os machos e 87 dias para as fêmeas.

2.2 Criação de crisopídeos

Os primeiros trabalhos visando à criação massal de crisopídeos datam da primeira metade do século passado, quando Finney (1950) criou *Chrysopa californica* (Coquillett, 1890) (= *C. carnea*), nos Estados Unidos. As larvas eram criadas conjuntamente em recipientes de madeira e alimentadas com ovos da traça da batata *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (= *Gnorimoschema*) (Lepidoptera: Gelechiidae), porém, havia uma alta porcentagem de mortalidade devido ao canibalismo entre elas. Os adultos eram criados em recipientes cilíndricos de papelão, forrados com papel que servia de substrato de oviposição, e alimentados com dieta composta por mel e “honeydew” da cochonilha dos citros *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae).

Desde então, vários estudos foram realizados buscando a maneira mais eficiente e econômica de se criar estes predadores, tanto em pequenas criações para pesquisa quanto em escala comercial (RIBEIRO, 1988; KARELIN; YAKOVCHUK; DANU, 1989; ARAÚJO; BICHÃO, 1990; NORDLUND; CORREA, 1995a; NORDLUND; CORREA, 1995b; COHEN; SMITH, 1998; McEWEN et al., 1999; NORDLUND; COHEN; SMITH, 2001; COSTA et al., 2003; SATTAR; ABRO, 2011; AMARAL et al., 2013). Contudo, ainda persistem vários problemas relacionados à criação desses insetos em laboratório, e as principais dificuldades se referem à criação de larvas. Uma delas diz respeito ao comportamento canibal, uma vez que podem preda ovos, larvas e pupas de sua própria espécie, o que exige o uso de recursos que visem minimizar a predação intraespecífica ou, no caso de pequenas criações, a separação dos espécimes em recipientes individuais. Essas atividades acabam por aumentar a morosidade da manipulação da criação, constituindo-se em uma restrição à criação em massa.

Morrison (1977) descreveu um sistema simplificado de criação de larvas de *C. carnea* em grades de Verticel® contendo compartimentos triangulares, onde os insetos ficavam individualizados. As partes superior e inferior eram vedadas com tecido tipo organza. Os ovos do predador eram colocados dentro dos compartimentos junto com ovos de *S. cerealella*, para alimentação das larvas neonatas. Posteriormente, os ovos desse lepidóptero eram dispostos sobre a grade, possibilitando que as larvas se alimentassem através da organza. Com esse método produziram-se três gerações desse crisopídeo. McEwen et al. (1999) também utilizaram uma grade para criar larvas de *C. carnea*. Usaram um tecido azul como substrato de oviposição, sobre o qual era colocada a grade que o separava em compartimentos quadriculados, contendo, em média, dois ovos do predador. A parte superior da grade era mergulhada em fluon para evitar o escape dos insetos pelo topo. Uma malha era utilizada para vedar a parte superior com ajuda de elásticos. A alimentação era feita retirando-se a malha e colocando-se ovos de *S. cerealella*.

2.2.1 Dieta artificial

Outra dificuldade relacionada à criação das larvas refere-se ao desenvolvimento de uma dieta artificial satisfatória, que possa substituir o uso de presas alternativas. A obtenção dessas presas, seja por meio de criação própria no laboratório ou por compra em empresas de produção, é responsável por grande porcentual da onerosidade do processo de produção de crisopídeos (TAUBER et al., 2000).

Pesquisas buscando uma dieta artificial para larvas de crisopídeos tiveram início na década de 60. Hagen e Tassan (1965) desenvolveram uma dieta para larvas de *C. carnea*, composta por hidrolizados enzimáticos de levedura e caseína, cloreto de colina, ácido ascórbico, frutose e água.

Vanderzant (1969) também criou larvas e adultos desse mesmo predador com uma dieta artificial, a qual acarretou um aumento de aproximadamente duas vezes na duração da fase larval quando comparado a um regime alimentar constituído por ovos de *S. cerealella*. Essa dieta artificial era líquida, baseada no pensamento de que larvas de crisopídeos ingeriam apenas alimentos liquefeitos.

Cohen e Smith (1998) inferiram que em uma dieta líquida os nutrientes se apresentam diluídos e, portanto, uma dieta semi-sólida seria mais adequada. Além disso, permitiria aos predadores a recaptura de suas enzimas digestivas para uso posterior. Estes autores conseguiram resultados satisfatórios com dieta artificial semi-sólida para larvas de *C. rufilabris* e produziram quinze gerações sucessivas.

No Brasil, Costa (2002) e Bezerra (2014) desenvolveram dietas artificiais para larvas de *C. externa* tendo por base a dieta de Cohen e Smith (1998), elaborada para a espécie holoártica *C. rufilabris*. Ambos os autores constataram a necessidade de alimentar o primeiro instar desse crisopídeo com ovos de uma presa alternativa para, então, conseguir resultados positivos com dietas artificiais.

2.2.2 Remoção de ovos

Outra questão trabalhada pelos pesquisadores com relação à criação de crisopídeos em laboratório refere-se à coleta dos ovos. Em pequenas criações, normalmente cortam-se os pedicelos por meio de uma lâmina afiada ou tesoura de ponta fina. Porém, estas técnicas são inviáveis para criações massais, que visam a liberação do predador em grandes quantidades. A necessidade de remoção dos adultos para que os ovos sejam despedicelados é outra situação que pode acarretar um aumento significativo no tempo de manuseio dos insetos.

O uso de hipoclorito de sódio para dissolver o pedicelo dos ovos de crisopídeos foi testado por diversos pesquisadores. Porém, a concentração, o tempo de exposição ao produto e a idade do embrião são determinantes para o sucesso desse método (FINNEY, 1950; NORDLUND; CORREA, 1995a; CARVALHO; SOUZA, 2009; AMARAL, 2011; BEZERRA et al., 2014). Ridgway, Morrison e Badgley (1970) desenvolveram uma técnica para remover ovos de crisopídeos com o uso de um tecido tipo filó, enrolado frouxamente sobre si mesmo, na forma de bola. Esse filó é esfregado suavemente sobre o substrato de postura, promovendo a soltura dos ovos. Esse método nem sempre remove a totalidade do pedicelo e pode danificar os ovos. Sousa (2013) fez uso deste método para a remoção de ovos de *C. externa* depositados sobre papel sulfite, conseguindo-se uma viabilidade de 80% para ovos com idade superior a dois dias.

Nordlund e Correa (1995b) utilizaram um filamento elétrico aquecido, que trouxe melhoria na coleta de ovos. À medida que o filamento passava pelos pedicelos, estes eram cortados liberando os ovos. Morrison e Ridgway (1976) transferiam os adultos de *C. carnea* para outra unidade de criação por meio de um dispositivo a vácuo, deixando o local livre para a coleta dos ovos. Araújo e Bichão (1990) coletavam os ovos sem qualquer manuseio dos adultos. Utilizavam-se de uma lâmina de papel empregada como substrato de oviposição colocada na parte superior da unidade de criação, a qual deslizava para as laterais levando os ovos para fora do recipiente e possibilitando posterior coleta.

2.2.3 Densidade de adultos na criação

Com relação a fase adulta, deve-se observar o número de indivíduos a serem confinados na unidade de criação para se obter o máximo de produção de

ovos com o mínimo de perdas, já que se tem visto uma relação inversa entre produção de ovos e densidade de casais (CARVALHO; SOUZA, 2009).

Ferreira (1997) avaliou a oviposição média por fêmea e a oviposição total de *C. externa* mantida nas densidades de um, cinco e dez casais por UC. Tais unidades de criação eram constituídas por seções de PVC com 10 cm de diâmetro e 23 cm de altura, volume de 1650 cm³ e área útil para postura de 834 cm², incluindo o tecido de vedação (organza) colocado na base e no topo. O alimento disponível consistiu de uma mistura de mel, pólen e levedura de cerveja (1:1:1). A oviposição média por fêmea foi maior na densidade de um casal, e não diferiu nas densidades de cinco e dez casais. Porém, quando se avaliou o total de ovos produzidos, a densidade de dez casais proporcionou um número bem mais expressivo que as demais.

Carvalho (1994) estudou a capacidade reprodutiva de adultos de *C. mediterranea* confinados em UC's retangulares de 450 cm³, nas densidades de um, dois, três, quatro, cinco, seis e sete casais por UC. Em 100 dias de observações não foram encontradas diferenças significativas com relação ao período de oviposição. Porém, verificou-se que a densidade de um casal por UC acarretou a maior produção diária de ovos, e que o aumento na densidade de insetos foi negativamente correlacionado com a produção total por fêmea. A densidade mais elevada de indivíduos também afetou negativamente a longevidade.

Costa (2002) também avaliou alguns aspectos biológicos de adultos de *C. externa* quando confinados em densidades de um, três, cinco, sete e nove casais em UC's de PVC de 10 cm de diâmetro, 10 cm de altura e 785 cm³, e alimentados com dieta composta por lêvedo de cerveja e mel. Constatou-se que o aumento da densidade promoveu a redução na fecundidade das fêmeas e o aumento no número de ovos danificados. Porém, a densidade de nove casais foi

considerada mais vantajosa, pois o número total de ovos produzidos compensou as perdas.

2.3 Uso de crisopídeos no controle biológico aumentativo

No Brasil, o uso de crisopídeos em programas de manejo integrado de artrópodes pragas é relativamente recente (PINTO; PARRA, 2002; CARVALHO; SOUZA, 2009). A maioria dos trabalhos é relacionada com o estudo da biologia e de ocorrência, sendo escassos os resultados relacionados com a liberação desses predadores em campo.

Auad et al. (2007) liberaram uma, cinco e dez larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa* em plantas de tomate cv. Santa Clara, infestadas com *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), mantidas em UC's no interior de casa de vegetação. A densidade de dez larvas liberadas logo após a eclosão das ninfas do aleirodídeo promoveu o controle de cerca de 50% da população da praga. Quando o predador foi liberado no oitavo dia da eclosão das ninfas, as densidades de cinco e dez larvas do predador reduziram a densidade da mosca-branca em 40%.

Sousa (2013) testou diferentes métodos de liberação de ovos e larvas de *C. externa* para o controle populacional de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) na cultura da roseira em casa de vegetação. Os resultados mais promissores foram obtidos com a liberação de larvas de segundo instar criadas de forma individualizada em colmeias de papelão (compartimentos de 2,5 cm² x 1,0 cm de altura) e com aquelas criadas em copos plásticos (100 mL) contendo casca de arroz e ovos de *A. kuehniella* para reduzir o canibalismo. Em ambos os métodos, na proporção predador/presa de 1:4 houve o controle de cerca de 80% do afídeo.

Bezerra (2014) realizou liberações inundativas de ovos e larvas de segundo instar de *C. externa* na cultura de melancia visando controlar ovos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B. A partir de liberações semanais efetuadas durante três semanas consecutivas, logo após a amostragem da densidade populacional da praga, verificou-se que as larvas do crisopídeo proporcionaram a redução de 93 e 98% dos ovos e ninfas, respectivamente, em relação às parcelas onde não foi feita a liberação.

Em países da América do Norte e Europa, onde as pesquisas se encontram mais avançadas, são comercializados ovos e larvas de *C. carnea* e *C. rufilabris* para o controle de pragas em diversos cultivos. A liberação de adultos, embora também realizada, é menos comum, devido à maior possibilidade de não se alcançar os resultados desejáveis, haja vista muitas espécies abandonarem o local antes de ovipositarem (CARVALHO; SOUZA, 2009).

A forma como os crisopídeos são transportados até a área onde serão liberados também assume importância na medida em que se busca a qualidade do produto no seu destino final. Tauber et al. (2000) sugeriram, para a comercialização e o transporte de crisopídeos na fase de ovo, que sejam utilizados recipientes com algum controle térmico, devendo-se atentar para a idade dos embriões de modo a evitar a eclosão das larvas durante a viagem. Para as larvas, é importante que haja alimento e algum material inerte no recipiente, para evitar ou reduzir o encontro das mesmas e o consequente canibalismo. O recipiente de envio e transporte poderá ser o próprio recipiente de liberação dos predadores (PINTO; PARRA, 2002). As empresas europeias Koppert Biological Systems (2015) e Syngenta Bioline (2015) comercializam larvas de *C. carnea* de segundo instar, e a norte-americana Arbico Organics (2015) comercializa ovos, larvas de segundo instar e adultos de *C. rufilabris*.

Goolsby et al. (2000) afirmaram que liberações periódicas de *C. rufilabris* reduziram populações da cochonilha *Pseudococcus longispinus*

(Targioni-Tozzetti, 1867) (Hemiptera: Pseudococcidae) na planta ornamental conhecida como jiboia [*Epipremnum aureum* (Linnaeus)], cultivada em casa de vegetação. A distribuição de cartelas contendo 150 ovos do predador permitiu controlar a população da cochonilha por quatro semanas, mantendo-a abaixo do nível de dano econômico.

Easterbrook, Fitzgerald e Solomon (2006) avaliaram a eficácia de *C. carnea* no controle do pulgão *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell, 1901) (Hemiptera: Aphididae) em morangueiro. Plantas mantidas em casa de vegetação e infestadas com uma média de seis pulgões por folha receberam cinco e dez larvas no primeiro instar, obtendo-se um controle de 41 e 65%, respectivamente. A liberação de larvas de segundo instar em campo proporcionou um controle de 86% da população do pulgão, conseguido a partir de duas liberações feitas no intervalo de seis dias, ambas com quatro larvas por planta e uma média de quatro pulgões por folha.

Humeres et al. (2009) compararam a efetividade do controle biológico do hemíptero *Pseudacysta perseae* (Heidemann, 1908) (Heteroptera: Tingidae), praga em pomares de abacate na Califórnia, EUA, com o uso de larvas de segundo instar de *C. rufilabris*, fêmeas adultas de *Franklinothrips orizabensis* Johansen, 1974 (Thysanoptera: Aeolothrypidae) e do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae). A espécie mais promissora foi *C. rufilabris*, tanto nos experimentos em casa de vegetação quanto em laboratório.

Simmons e Abd-Rabou (2011) avaliaram a eficácia de *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Coccinellidae), *C. carnea* e *Macrolophus caliginosus* (Wagner, 1951) (Hemiptera: Miridae) no controle de *B. tabaci* biótipo B em culturas de repolho, pepino e abóbora, por meio de liberações inundativas. As áreas foram separadas previamente para evitar predação intraguilda entre os agentes de controle. Foram liberados entre um

milhão e 2,5 milhões de larvas ou ninfas dos inimigos naturais, durante 20 semanas, em intervalos de sete dias. Larvas de *C. carnea* foram utilizadas em todos os instares e liberadas em cartelas contendo 100 insetos. A ação dos predadores acarretou controle similar, com uma redução entre 25 e 45% da população de mosca-branca; contudo, o melhor resultado foi conseguido pelo crisopídeo em repolho.

3 CONCLUSÃO

C. externa pode constituir-se em agente de controle com potencial de utilização em diversas culturas. Assim, a otimização no processo de produção e uma forma adequada de envio e transporte, que mantenham a qualidade do produto desde o laboratório até o seu destino final, são essenciais para a adoção desse predador em programas de controle biológico e manejo integrado de artrópodes pragas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. S. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa, 2009. p. 969-1022.

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.

AMARAL, B. B. **Otimização da criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando sua produção em escala comercial**. 2011. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

AMARAL, B. B.; SOUZA, B.; BEZERRA, C. E. S.; SOUSA, A. L. V.; CARVALHO, C. F. Storing eggs of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) for management of large-scale rearing. **Açoreana**, Angra do Heroísmo, supl. 9, p. 103-109, 2013.

ARAÚJO, J.; BICHÃO, M. H. Biotecnologia de produção de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 16, n. 1, p. 113-118, 1990.

ARBICO ORGANICS. Disponível em: <<http://www.arbico-organics.com/category/Green-Lacewings-chrysoperla-beneficial-insects>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

AUAD, A. M.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SIMÕES, A. D.; OLIVEIRA, S. A.; BRAGA, A. L. F.; FERREIRA, R. B. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 29-32, 2007.

BAR, D.; GERLING, D. Cannibalism in *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Israel Journal of Entomology**, Tel Aviv, v. 19, n. 1, p. 13-22, 1985.

BEZERRA, C. E. S. **Dietas artificiais na alimentação larval de *Chrysoperla externa* e seu desempenho no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*)**. 2014. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

BEZERRA, C. E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; SOUSA, M. M.; SOUZA, B.; ARAUJO, E. L. Calcium hypochlorite for removing stalks on eggs of the green lacewing *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 49, n. 3, Aug. 2014.

BEZERRA, G. C. D.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 603-610, jul./ago. 2006.

BONANI, J. P.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V.; CORREA, L.R. B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 31-38, jan./fev. 2009.

BROOKS, R. A. Coherent behavior from many adaptive processes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIMULATION OF ADAPTIVE BEHAVIOR, 3., 1994, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: MIT Press, 1994.

CANARD, M. Natural food and feeding habits of lacewings. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A.E. (Ed.). **Lancewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. p. 116-129.

CANARD, M. S.; PRINCIPI, M. M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 92-100.

CANARD, M.; VOLKOVICH, T. A. Outlines of lacewing development. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lancewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. p. 130-153.

CARVALHO, C. F. **Analyse des éléments du potentiel reproducteur en vue la production de *Chrysoperla mediterranea* (Holzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1994. 164 p. Thèse (Doctorat de l'Université Paul-Sabatier) - Université Paul-Sabatier, Toulouse, 1994.

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**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009. p. 77-115.

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, Sept. 1998.

COSTA, R. I. F.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; LORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, nesp. p. 1539-1545, dez. 2003.

COSTA, R. I. F. **Estudos de densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório**. 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

DUELLI, P. Flight, dispersal, migration. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 110-116.

DUELLI, P. Lacewings in field crops. In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R., WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 408-423.

EASTERBROOK, M. A.; FITZGERALD, J. D.; SOLOMON, M. G. Suppression of aphids on strawberry by augmentative releases of larvae of the lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 16, n. 9, p. 893-900, Jan. 2006.

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

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, 1950.

FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Jaboticabal: Funep, 2001.

FREITAS, S.; PENNY, N. D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, San Francisco, v. 52, n. 19, p. 245-395, 2001.

GOOLSBY, J. A.; ROSE, M.; MORRISON, R. K.; WOOLLEY, J. B. Augmentative biological control of longtailed mealybug by *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) in the interior plantscape. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 25, n. 1, p. 15-19, 2000.

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.

HAGLEY, E. A. C. Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae). **The Canadian Entomologist**, Canadá, v. 121, n. 4-5, p. 309-314, Abr. 1989.

HAGLEY, E. A. C.; MILES, N. Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Kosh (Acarina: Tetranychidae) on peach grow in protected environment structure. **The Canadian Entomologist**, Canadá, v. 119, n. 2, p. 205-206, 1987.

HASSAN, J. A.; KLINGAUF, F.; SHALIN, F. Role of *Chrysopa carnea* and aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v. 100, n. 2, p. 163-174, Apr./June 1985.

HASSAN, S. A. Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. **Journal of Plant Disease and Protection**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 118-123, 1978.

HUMERES, E. C.; MORSE, J. G.; STOUTHAMER, R.; ROLTSCH, W.; HODDLE, M. S. Evaluation of natural enemies of *Pseudacysta perseae* (Hemiptera: Tingidae) on avocados in Southern California. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 92, n. 1, p. 35-42, Jan. 2009.

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**, Helsinki, v. 53, p. 31-35, 1989.

KLINGEN, I.; JOHANSEN, N. S.; HOFVANG, T. The predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on eggs and larvae of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 120, n. 1-5, p. 363-637, Aug. 1996.

KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS. Disponível em: <<http://www.koppert.com/pests/aphid/products-against-aphids/detail/chrysopa-2/>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

LEGASPI, J. C.; CORREA, J. A.; CARRUTHERS, R. I.; LEGASPI, B. C.; NORDLUND, D. A. Effect of short-term releases of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) against silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in field cages. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 31, n. 1, p. 102-111, 1996.

McEWEN, P. K., KIDD, A. C., BAILEY, E., ECCLESTON, L. Small-scale production of the common green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuropt., Chrysopidae): minimizing costs and maximizing output. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123, n. 5, p. 303-305, 1999.

MORRISON, R. K. A simplified larval rearing unit for the common green lacewing. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 2, p. 188-190, 1977.

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. (Agricultural Research Service, S-143).

NEW, T. R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference of their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 127, n. 2, p. 115-140, 1975.

NORDLUND, D. A.; COHEN, A. C.; SMITH, R. A. Mass-rearing, release techniques, and augmentation. In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R., WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 303–319.

NORDLUND, D. A.; CORREA, J. A. Description of green lacewing adult feeding and oviposition units and a sodium hypochlorite-based egg harvesting system. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 20, n. 3, p. 293-301, 1995a.

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

PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Chrysopid predators and their role in biological control. **Journal of Entomology**, London, v. 8, n. 3, p. 301-326, 2011.

PINCIPI, M. M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M.; SEMERIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 76-92.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 325-342.

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

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.

RIDGWAY, R. L.; MORRISON, R. K.; BADGLEY, M. Mass rearing green lacewing. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, p. 834-836, 1970.

SATTAR, M.; ABRO, G. H. Mass rearing of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) adults for integrated pest management programmes. **Pakistan Journal of Zoology**, Punjab, v. 43, n. 3, p. 483-487, Nov. 2011.

SIMMONS, A. M.; ABD-RABOU, S. Inundative field releases and evaluation of three predators for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) management in three vegetable crops. **Insect Science**, Emsford, v. 18, n. 2, p. 195-202, Apr. 2011.

SOUSA, A. L. V. **Métodos de liberação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando o controle de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) em roseiras sob cultivo protegido.** 2013. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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 citrus.** 1999. 141 p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SYNGENTA BIOLINE. Disponível em: <<http://www.syngenta.com/global/bioline/en/products/allproducts/pages/chrysoline-c.aspx>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

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. 47, n. 1, p. 24-50, 2000.

TROUVE, C.; THIERRY, D.; CANARD, M. Preliminary survey of the lacewings (Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae) in agroecosystems in Northern France, with phonological notes. **Acta Zoologica Scientiarum Hungaricae**, Budapest, v. 48, n. 2, p. 359-369, 2002.

VANDERZANT, E. S. An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea*, an insect predator of crop pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 62, n. 1, p. 256-257, Feb. 1969.

CAPÍTULO 2 Criação de larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em dietas artificiais

RESUMO

Com este trabalho objetivou-se desenvolver uma dieta artificial para larvas de *Chrysoperla externa*, que possa substituir de forma satisfatória, presas alternativas que são utilizadas na criação massal desse predador. Foram testadas cinco dietas: fígado de frango *in natura*; fígado de frango e lêvedo de cerveja; fígado de frango e leite em pó; fígado de frango e mel; fígado de frango e NutriDrink Max®. Ovos de *Anagasta kuehniella* foram utilizados como testemunha. As dietas foram oferecidas a partir do primeiro instar, no segundo e terceiro instares e somente no terceiro instar. As larvas foram individualizadas em placas de Petri e mantidas em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas para avaliação da mortalidade, duração dos instares e da fase de pupa. Após atingirem a fase adulta, os insetos foram dispostos em casais, em unidades de criação de 10 cm de altura x 10 cm de diâmetro, para avaliação do período de pré-oviposição, número diário e total de ovos por fêmea e viabilidade dos ovos, durante 30 dias. As unidades de criação foram mantidas em sala climatizada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. As larvas que se alimentaram com as dietas artificiais em todos os estádios de desenvolvimento não sobreviveram além do primeiro instar. Para aquelas que consumiram as dietas no segundo e terceiro instares, o resultado mais promissor foi obtido quando receberam fígado de frango *in natura*, que ocasionou menor mortalidade em relação às demais, embora tenha prolongado em cerca de cinco dias a duração da fase larval, quando comparado à testemunha. As larvas que se alimentaram de dietas artificiais somente no último instar não apresentaram diferenças na porcentagem de mortalidade nesse estádio de desenvolvimento. Para o período pupal, aquelas que consumiram fígado de frango *in natura* e NutriDrink Max® adicionado ao fígado de frango apresentaram os melhores resultados. O fígado de frango *in natura* foi a dieta que proporcionou menor duração das fases imaturas. Para a fase adulta, independente se oferecida no 2º e 3º instares ou apenas no 3º, os melhores resultados também foram obtidos para as larvas que consumiram fígado de frango *in natura*, com médias próximas à testemunha. A dieta artificial fígado de frango *in natura* apresenta potencial para substituir presas alternativas na alimentação das larvas de *C. externa* no segundo e terceiro instares, no processo de produção massal desse predador.

Palavras-chave: Crisopídeo. Criação massal. Controle biológico aumentativo.

ABSTRACT

With this work, we aimed at developing an artificial diet for *Chrysoperla externa* larvae, which could satisfactorily replace alternative prey used in the mass rearing of this predator. We tested five diets: *in natura* chicken liver; chicken liver and brewer's yeast; chicken liver and powder milk; chicken liver and honey; chicken liver and Nutridrink Max®. *Anagasta kuehniella* eggs were used as control. The diets were offered from the first instar, in the second and third instars and only in the third instar. The larvae were individualized in Petri dishes and maintained in acclimatized chambers at $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$ and photoperiod of 12 hours, in order to evaluate the mortality and instar and pupal stage duration. After reaching adulthood, the insects were placed in pairs, in rearing units of 10 cm x 10 cm in diameter, in order to evaluate pre-oviposition period, daily and total number of eggs per female and egg viability, for 30 days. The rearing units were maintained in a room at $25 \pm 3^\circ\text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$ and photoperiod of 12 hours. The larvae fed with artificial diets in all stages of development did not survive beyond the first instar. For those consuming artificial diets in the second and third instars, the most promising result was obtained when fed diet of *in natura* chicken liver, which resulted in a lower mortality when compared to the other diets, although extending the duration of the larval stage in five days when compared to the control. The larvae fed with artificial diets only in the last instar showed no difference in mortality percentage in that stage of development. In the pupal stage, those which consumed *in natura* chicken liver and Nutridrink Max® mixed to chicken liver showed the best results. *In natura* chicken liver provided the shortest duration of the immature stages. For the adult phase, regardless of whether offered on the 2nd and 3rd instar or just on the 3rd instar, the best results were obtained for the larvae fed with *in natura* chicken liver, with means close to those of the control. The artificial diet of *in natura* chicken liver presents potential for replacing alternative prey in the diet for mass production of *C. externa* larvae in the second and third instar.

Keywords: Lacewing. Mass rearing. Augmentative biological control.

1 INTRODUÇÃO

O predador *Chrysoperla externa* (Hagen) constitui-se em inimigo natural de diversas espécies de pragas agrícolas. Estudos realizados no Brasil, principalmente em laboratório, têm demonstrado seu potencial como agente de controle biológico devido ao consumo relativamente elevado apresentado por suas larvas (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994; MACEDO et al., 2003; AUAD et al., 2007; SOUZA et al., 2008; AMARAL et al., 2013; MORANDO et al., 2014).

Para a criação de larvas de crisopídeos, a maioria dos laboratórios de pesquisa e insetários necessitam de uma segunda criação de insetos para o fornecimento de alimento (presas) para esses predadores, e que, geralmente, é mais dispendiosa e onerosa quando comparada a uma dieta artificial (COHEN; SMITH, 1998; LEE; LEE, 2005; CARVALHO; SOUZA, 2009). No Brasil, é comum a criação dos lepidópteros *Anagasta kuehniella* (Zeller) e *Sitotroga cerealella* (Olivier), dos quais são utilizados os ovos para a alimentação das larvas. Esses ovos são capazes de garantir o desenvolvimento larval, bem como das fases seguintes do desenvolvimento desses predadores (CARVALHO; SOUZA, 2009).

O desenvolvimento (e/ou conhecimento) de uma dieta artificial, bem como do método de fornecê-la às larvas poderia reduzir os custos de criação de crisopídeos, o que seria de grande interesse para a produção em larga escala. Nesse sentido, vários pesquisadores estudaram a melhor maneira de se desenvolver e fornecer uma dieta adequada para larvas desses predadores. Porém, o desafio é criar uma dieta nutricionalmente satisfatória para o desenvolvimento larval e que não afete negativamente o inimigo natural no decorrer das gerações (COHEN; SMITH, 1998; TAUBER et al., 2000; LEE; LEE, 2005).

Os primeiros trabalhos foram realizados com dietas líquidas, fundamentados no tipo de aparelho bucal sugador mandibular das larvas. Hagen e Tassan (1965) desenvolveram micro-cápsulas feitas a partir de uma dieta com altas concentrações de açúcar, proteína hidrolisada e parafina para criar larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens), porém, ressaltou que o método era tedioso e consumia muito tempo no preparo. Vanderzant (1969) desenvolveu um método baseado no fornecimento de uma dieta artificial líquida em pedaços cúbicos de esponja de celulose, visando facilitar a sucção pelas larvas. Esse método permitiu que mais de 50% delas chegassem à fase adulta por sete gerações.

Na década de 90, Cohen e Smith (1998) sugeriram que uma dieta semi-sólida poderia ser mais interessante para insetos que usam digestão extraoral para processar seu alimento que, geralmente, são altamente concentrados. Uma dieta semissólida também possibilitaria ao predador reabsorver suas enzimas digestivas, o que é um aspecto importante em seu processo alimentar natural. Daí a relevância de se conhecer a biologia básica de insetos de importância agrícola, como é o caso de predadores com potencial para desempenhar o controle da densidade populacional de artrópodes pragas. Assim, uma dieta artificial deve possuir propriedades nutricionais e físicas adequadas, conter produtos químicos que mantenham e estimulem a alimentação do inseto de modo a permitir-lhe ótimo crescimento e desenvolvimento, e ser livre de microrganismos contaminantes (PARRA, 2002).

Dietas artificiais devem proporcionar alta viabilidade das fases imaturas e a duração dessas fases deve ser semelhante a dos insetos encontrados na natureza. Também devem dar origem a adultos com alta capacidade reprodutiva, ter em sua composição componentes de baixo custo e facilmente adquiridos no mercado, proporcionar viabilidade total superior a 75% e manter a qualidade do inseto ao longo das gerações (PARRA, 2002). Syed, Ashfaq e Ahmad (2008) obtiveram resultados satisfatórios criando larvas de *C. carnea* até a fase adulta

fornecendo pequenos pedaços de fígado de frango cortados com o auxílio de uma lâmina afiada. Cohen e Smith (1998) alimentaram larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) com uma dieta semissólida embalada em Parafilm® e obtiveram ótimos resultados com os insetos adultos.

Devido à escassez de pesquisas relacionadas à busca de alimentos artificiais para larvas de crisopídeos neotropicais e diante do potencial de *C. externa* como agente de controle de pragas de cultivos dessa região zoogeográfica, este trabalho objetivou desenvolver dietas artificiais para larvas dessa espécie, visando à substituição de presas alternativas na produção massal desse predador.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *C. externa* foram oriundos da criação mantida no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, e criados em temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. As larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e os adultos com dieta à base de lêvedo de cerveja e mel (1:1) pincelada em tira de Parafilm® que foi presa à parede interna da unidade de criação. Água destilada foi oferecida em frascos de 10 mL contendo um chumaço de algodão embebido.

Foram oferecidas cinco dietas artificiais diferentes para servirem de alimento para larvas de *C. externa*. Buscou-se por ingredientes simples, de fácil aquisição no mercado e economicamente viáveis para a criação da maneira menos onerosa possível.

Devido ao sucesso alcançado por Syed, Ashfaq e Ahmad (2008), utilizando pedaços de fígado de frango como dieta para larvas de *C. carnea*, esse recurso foi usado como base para o desenvolvimento das demais dietas testadas nesta pesquisa. A dieta 1 foi constituída por fígado de frango *in natura*. As demais dietas foram compostas por 50% de fígado de frango *in natura* ao qual se adicionou mais um ingrediente, de modo a perfazer os outros 50%, mantendo a proporção 1:1. Os ingredientes adicionados foram lêvedo de cerveja, leite em pó, mel e o suplemento alimentar NutriDrink Max®, que compuseram as dietas 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Estes ingredientes são encontrados em outras dietas artificiais desenvolvidas para crisopídeos, sendo majoritariamente fontes de proteínas, lipídios e carboidratos (Tabela 1). Sattar et al. (2007) utilizaram lêvedo de cerveja e mel como ingredientes da dieta artificial mais promissora entre aquelas testadas para larvas de *C. carnea*. Syed, Ashfaq e Ahmad (2008) fizeram uso de leite fresco na dieta e conseguiram bons resultados para larvas

desse crisopídeo, e Lee e Lee (2005) usaram um suplemento alimentar infantil como ingrediente da dieta testada para larvas de *Chrysopa pallens* (Rambur). Como tratamento testemunha deste experimento, as larvas de *C. externa* foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella*.

Tabela 1 Porcentagem nutricional da testemunha, dos ingredientes e das dietas artificiais para larvas de *Chrysoperla externa*.

Ingrediente/Dieta	Proteínas	Lipídios	Carboidratos	Água
Test. ¹ (SPECTY et al., 2003)	11	8	2	72
Lêvedo de cerveja (Grings®)	43	0	33	-
Leite em pó (Camponesa®)	26	27	38	-
Mel (Santa Bárbara®)	< 1	0	67	-
SA ² (NutriDrink Max®)	22	14	54	-
Dieta 1 (TACO, 2011)	18	4	0	78
Dieta 2	31	2	17	36
Dieta 3	22	16	19	36
Dieta 4	10	2	34	36
Dieta 5	20	9	27	36

¹Test.: testemunha composta por ovos de *Anagasta kuehniella*; ²Suplemento alimentar; Dieta 1: fígado de frango *in natura*; Dieta 2: fígado de frango + lêvedo de cerveja; Dieta 3: fígado de frango + leite em pó; Dieta 4: fígado de frango + mel; Dieta 5: fígado de frango + NutriDrink Max®.

No preparo das dietas, processaram-se 400g de fígado fresco de frango durante dois minutos até a obtenção de um caldo de textura cremosa. Tetraciclina (0,13g) e sulfato de estreptomicina (0,13g) foram adicionados como anticontaminantes, de acordo com as proporções sugeridas por Cohen e Smith (1998). A partir desse caldo, foram retiradas quatro porções de 50g e colocadas individualmente em placas de Petri (10 cm de diâmetro), onde foram misturados cada um dos ingredientes (50g) constituintes das dietas 2, 3, 4 e 5. A mistura se procedia até que se atingisse uma pasta homogênea. A textura obtida para cada dieta apresentou-se uniforme, com exceção da dieta 4 (fígado de frango e mel), que caracterizou-se como mais líquida em relação às demais.

Com o auxílio de uma colher, porções de 2g de cada dieta preparada eram colocadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) para oferecimento às larvas. A dieta constituída por fígado (dieta 1) não sofreu qualquer processamento, sendo apenas cortado em pedaços antes de ser oferecido às larvas. As placas eram vedadas com filme de Policloreto de Polivinila (PVC) laminado e mantidas em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

As dietas foram oferecidas durante períodos distintos do desenvolvimento larval: a) no primeiro, segundo e terceiro instares; b) no segundo e terceiro instares, e c) somente no terceiro instar. Para os dois últimos períodos utilizaram-se ovos de *A. kuehniella* durante os instares que antecederam o fornecimento da dieta artificial. As avaliações e a troca das dietas eram feitas diariamente, oferecendo-se um alimento fresco às larvas. Avaliaram-se a mortalidade, a duração dos instares e do período pupal. Cada uma das dietas foi avaliada para cada período de fornecimento, compondo, portanto, cinco tratamentos para cada um deles, e uma testemunha, que foi comum a todos. Somaram-se, assim, 400 insetos em todo o experimento.

Após a emergência, os adultos foram separados em casais, utilizando-se um microscópio estereoscópico para a determinação do sexo, e acondicionados em unidades de criação de 10 cm de altura x 10 cm de diâmetro. A superfície interna de cada unidade foi recoberta por papel filtro branco, o qual serviu como substrato para oviposição. A parte inferior foi vedada por tecido tipo filó e a parte superior por tecido organza, contendo um orifício central (2 cm de diâmetro), através do qual se procedia o fornecimento de água e alimento, por meio de um recipiente alimentador, conforme metodologia sugerida por Freitas (2001). Esse recipiente era preenchido com água e vedado com espuma de poliuretano, onde era colocada a dieta, que foi composta por mel e lêvedo de cerveja (1:1). A água e a dieta eram trocadas a cada 48 horas. As unidades de

criação foram mantidas em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

A contagem dos ovos foi efetuada diariamente, no decorrer de 30 dias, cortando-se o pedicelo com uma tesoura de ponta fina. Foram avaliados o período de pré-oviposição, o número médio de ovos por fêmea e total produzido nesse período, e a porcentagem de viabilidade dos ovos. Para avaliação da viabilidade foram recolhidos 25 ovos por semana, por unidade de criação, por tratamento, perfazendo um total de 100 ovos x unidade de criação x tratamento, durante as quatro semanas. Esses ovos foram acondicionados individualmente em placas de microtitulação, vedadas com filme de PVC transparente e colocadas em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, até a eclosão.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (cinco dietas artificiais e testemunha) e 25 repetições, cada uma representada por uma larva de *C. externa*. Os dados foram analisados pelo programa estatístico R (R Core Team, 2014) respeitando-se o nível de significância de 0,05. Os dados de duração dos instares, do período pupal e do período de pré-oviposição, bem como da mortalidade, foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para o número de ovos por fêmea e número total de ovos, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Larvas de primeiro instar que receberam qualquer uma das dietas artificiais morreram antes de atingir o segundo estágio. Embora essas larvas tivessem se alimentado, muitas ficaram aderidas à dieta oferecida e terminaram morrendo, o que ocorreu devido ao seu pequeno tamanho. Outras, ainda que não tenham se aderido à dieta, apresentaram seu desenvolvimento visualmente prejudicado e seu crescimento mais lento em relação àquelas supridas com ovos de *A. kuehniella*, e também morreram nesse instar. É possível que a morte dessas larvas tenha ocorrido devido à consistência da dieta, ou seja, a um fator físico e não nutricional. O fato da dieta não ter sido encapsulada e apresentar uma consistência semissólida, a tornou inadequada para os insetos nesse estágio de desenvolvimento.

Costa (2002) constatou mortalidade superior a 50% no primeiro instar de *C. externa* quando testou uma dieta artificial composta por carne e fígado bovinos, ovos de galinha, sacarose, mel, lêvedo de cerveja, ácido acético e água, fornecida em pedaços de parafilm® esticados de modo a torná-los membranosos e, assim, facilitar a perfuração pelas larvas. Constatando problemas similares para larvas de primeiro instar de *C. externa* supridas com dietas artificiais, Bezerra (2014) concluiu ser necessário alimentá-las com presas alternativas, como ovos de *A. kuehniella*, até atingirem o segundo instar, para, então, oferecer uma dieta artificial.

As larvas que receberam ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar e dietas artificiais no segundo e terceiro instares conseguiram sobreviver (Tabela 2). Todas as larvas alimentadas com mel (dieta 4) e ovos de *A. kuehniella* (testemunha) passaram para o terceiro instar, verificando-se 0% de mortalidade. Não houve diferença significativa na mortalidade das larvas de segundo instar supridas com fígado puro, lêvedo de cerveja e leite em pó (dietas 1, 2 e 3). A

dieta que levou NutriDrink Max® na sua composição (dieta 5) foi a menos favorável por causar cerca de 27% de mortalidade.

Tabela 2 Porcentagem (\pm EP) de mortalidade no segundo e terceiro instares e fase de pupa de *Chrysoperla externa* alimentada com dieta artificial nesses estádios de desenvolvimento.

Tratamento ¹	Segundo instar	Terceiro instar	Fase de pupa
Testemunha	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	18,9 \pm 7,7 a
Dieta 1	3,8 \pm 4,2 a	12,0 \pm 8,3ab	34,8 \pm 6,5 a
Dieta 2	3,8 \pm 4,2 a	44,0 \pm 8,3cd	60,0 \pm 10,0 b
Dieta 3	7,7 \pm 1,1 a	50,0 \pm 6,5d	85,7 \pm 6,5 b
Dieta 4	0,0 \pm 0,0 a	26,9 \pm 5,3cb	73,7 \pm 10,5 b
Dieta 5	26,9 \pm 4,2 b	26,3 \pm 10,8cb	76,2 \pm 8,5 b

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 0,05.

¹ Testemunha: ovos de *A. kuehniella*; Dieta 1: fígado de frango *in natura*; Dieta 2: fígado de frango + lêvedo de cerveja; Dieta 3: fígado de frango + leite em pó; Dieta 4: fígado de frango + mel; Dieta 5: fígado de frango + NutriDrink Max®.

O terceiro instar foi mais afetado pela ingestão da dieta artificial que o segundo. A dieta 1 acarretou 12% de mortalidade das larvas e não diferiu significativamente daquela ocasionada pela ingestão de ovos de *A. kuehniella*, que garantiram 100% de sobrevivência. As dietas 4 e 5 ocasionaram mortalidades inferiores a 27%, e a dieta 3 causou 50% de mortalidade larval. O período pupal também foi afetado, sendo que os insetos que consumiram a dieta 1 tiveram menor mortalidade e não se diferenciaram da testemunha (Tabela 2).

As dietas compostas por mel e NutriDrink Max® (dietas 4 e 5) proporcionaram a menor duração do segundo instar e não diferiram da testemunha (Tabela 3). O fígado puro e a dieta composta por leite em pó (dietas 1 e 3) promoveram uma duração intermediária. As larvas que levaram mais tempo no segundo instar foram aquelas que consumiram a dieta constituída por lêvedo de cerveja (dieta 2). Houve variação na duração do terceiro instar em

relação ao segundo, em função da dieta ingerida. A duração desse estágio para larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* foi próxima de 3,0 dias, enquanto as demais permaneceram por mais de sete dias nesse instar. As dietas compostas por lêvedo de cerveja, leite em pó e mel (dietas 2, 3 e 4) foram as que acarretaram a maior duração do instar. Embora as dietas tenham prolongado o segundo e terceiro instares, esse efeito não foi refletido no período pupal. Assim, a duração dessa fase não diferiu significativamente em função da dieta ingerida nesses estádios de desenvolvimento, variando de cerca de 10,7 a 11,6 dias.

Tabela 3 Média (\pm EP) da duração (dias) do segundo e terceiro instares e fase de pupa de *Chrysoperla externa* alimentada com dieta artificial nesses estádios de desenvolvimento.

Tratamento ¹	Segundo instar	Terceiro instar	Fase de pupa
Testemunha	2,4 \pm 0,1 a	3,3 \pm 0,1 a	11,5 \pm 0,1 a
Dieta 1	3,3 \pm 0,2 bc	7,2 \pm 0,4 b	11,5 \pm 0,3 a
Dieta 2	3,8 \pm 0,4 c	8,4 \pm 0,6 bcd	10,7 \pm 0,4 a
Dieta 3	2,8 \pm 0,3 ab	9,9 \pm 0,8 d	10,7 \pm 0,3 a
Dieta 4	2,6 \pm 0,2 a	8,4 \pm 0,3 cd	11,0 \pm 0,5 a
Dieta 5	2,3 \pm 0,2 a	7,9 \pm 0,6 bc	11,6 \pm 0,5 a

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 0,05.

¹ Testemunha: ovos de *A. kuehniella*; Dieta 1: fígado de frango *in natura*; Dieta 2: fígado de frango + lêvedo de cerveja; Dieta 3: fígado de frango + leite em pó; Dieta 4: fígado de frango + mel; Dieta 5: fígado de frango + NutriDrink Max®.

Independentemente da dieta artificial testada, constatou-se um aumento no período larval de *C. externa*. Liu, Liu e Zeng (2013) ofereceram uma dieta à base de carne suína, fígado suíno e ovos de galinha para larvas de *Chrysopa septempunctata* Wesmael (Neuroptera: Chrysopidae) e observaram um aumento no período larval de aproximadamente duas vezes quando comparado ao de larvas que se alimentaram de *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera: Aphididae). Com relação à duração da fase de pupa, os resultados do presente

trabalho corroboram com aqueles obtidos por esses autores, os quais também não relataram diferença significativa entre ambas as dietas artificiais estudadas.

Os resultados obtidos para a duração do segundo e terceiros instares com o fígado puro (dieta 1) assemelharam-se àqueles de Syed, Ashfaq e Ahmad (2008) que alimentaram larvas de *C. carnea* com fígado de frango *in natura* e obtiveram 3,9 dias para larvas de segundo instar e 5 dias para as de terceiro. O percentual de mortalidade do segundo instar foi inferior ao verificado pelos autores (10%). Porém, os percentuais de mortalidade do terceiro instar e pupa foram superiores, pois os autores constataram 0% de mortalidade para larvas de terceiro e 1% para a fase de pupa.

Quanto à mortalidade das larvas alimentadas com dieta artificial apenas no terceiro instar, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, constatando-se menos de 16% de larvas mortas (Tabela 4). Para as larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e com a dieta composta por NutriDrink Max® (dieta 5) constatou-se 100% de sobrevivência. De maneira geral, a mortalidade das larvas foi menor quando consumiram as dietas artificiais apenas no terceiro instar, em relação àquelas que se alimentaram dessas dietas no segundo e terceiro estádios. A mortalidade na fase de pupa foi menor para larvas que consumiram as dietas compostas por fígado puro e NutriDrink Max® (dietas 1 e 5), e maior para aquelas alimentadas com lêvedo de cerveja e mel (dietas 2 e 4), as quais não diferenciaram entre si.

Larvas que se alimentaram das dietas compostas por fígado puro e NutriDrink Max® (dietas 1 e 5) somente no último estádio apresentaram a duração mais próxima a da testemunha. Com cerca de 5,4 e 5,6 dias, respectivamente, as larvas passaram para a fase de pupa. Aquelas que se alimentaram de leite em pó e mel (dietas 3 e 4) apresentaram uma duração intermediária e permaneceram quase o dobro do tempo no terceiro instar em relação à testemunha. Aquelas que consumiram lêvedo de cerveja (dieta 2)

permaneceram por 8,9 dias nesse instar. Para a fase de pupa, verificou-se menor duração com a dieta à base de lêvedo de cerveja (dieta 2), enquanto que a maior duração foi decorrente da ingestão das dietas à base de mel e NutriDrink Max® (dietas 4 e 5).

Tabela 4 Porcentagem (\pm EP) de mortalidade e média (\pm EP) da duração (dias) do terceiro instar e fase de pupa de *Chrysoperla externa* alimentada com dieta artificial nesses estádios de desenvolvimento.

Tratamentos ¹	Terceiro instar		Fase de pupa	
	Mortalidade	Duração	Mortalidade	Duração
Testemunha	0,0 \pm 0,0 a	3,4 \pm 0,1 a	18,9 \pm 7,2ab	11,5 \pm 0,1 b
Dieta 1	11,5 \pm 4,2 a	5,4 \pm 0,3 b	17,4 \pm 5,6a	11,1 \pm 0,1 ab
Dieta 2	15,4 \pm 5,3 a	8,9 \pm 0,5 d	45,5 \pm 5,6b	10,9 \pm 0,2 a
Dieta 3	15,4 \pm 5,3 a	6,7 \pm 0,4 c	36,4 \pm 10,5ab	11,1 \pm 0,2 ab
Dieta 4	11,5 \pm 4,2 a	6,7 \pm 0,4 c	47,8 \pm 10,0b	12,6 \pm 0,3 c
Dieta 5	0,0 \pm 0,0 a	5,6 \pm 0,3 b	15,4 \pm 5,3a	12,5 \pm 0,1 c

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05.

¹ Testemunha: ovos de *A. kuehniella*; Dieta 1: fígado de frango *in natura*; Dieta 2: fígado de frango + lêvedo de cerveja; Dieta 3: fígado de frango + leite em pó; Dieta 4: Fígado de frango + mel; Dieta 5: fígado de frango + NutriDrink Max®.

As taxas de sobrevivência mais elevadas foram de 84,6; 73,1 e 54,0%, obtidas a partir do consumo das dietas compostas por fígado puro, mel e lêvedo de cerveja (dietas 1, 4 e 2, respectivamente), para larvas criadas com dietas fornecidas a partir do segundo instar. Para aquelas que se alimentaram com dieta artificial apenas no terceiro instar, as taxas mais elevadas de sobrevivência foram obtidas com a ingestão de NutriDrink Max® (100%), fígado puro e mel (88,5%) e lêvedo de cerveja e leite em pó (84,6%). Sattar et al. (2007) criaram larvas de *C. carnea* com três dietas artificiais compostas pelos ingredientes: carne, fígado bovino, ágar e vitaminas; carne, fígado bovino, lêvedo de cerveja e vitaminas; e carne, fígado bovino em pó e ágar. Todas as dietas tinham como ingredientes em comum, ovos de galinha, ácido acético, açúcar, mel e água.

Com relação à sobrevivência no período larval obtiveram 66, 86 e 35%, respectivamente, sendo, portanto, a segunda dieta testada a mais adequada para as larvas desse predador.

De forma geral, o aumento do período larval, as mortalidades registradas no segundo e terceiro instares e, principalmente na fase de pupa, decorrentes dos tratamentos que envolveram larvas supridas com dietas à base de lêvedo de cerveja, leite em pó, mel e NutriDrink Max® (dietas 2, 3, 4 e 5), podem ser devidos às características nutricionais intrínsecas às dietas. Também podem ser ocasionados por proporções não adequadas dos nutrientes disponíveis, haja vista ter sido utilizada apenas a proporção 1:1, o que poderia não atender as exigências nutricionais para o desenvolvimento das fases imaturas. Ressalta-se, contudo, que todas as dietas estudadas apresentavam os principais grupos de compostos exigidos para o desenvolvimento desses insetos (proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídeos, colesterol, vitaminas e sais minerais) (YAZLOVETSKY, 2001). Dessa forma, essas dietas podem ser utilizadas como ingredientes básicos e enriquecidas com os nutrientes faltantes, visando ao desenvolvimento desse predador até a fase adulta.

De acordo com Murata et al. (2006), 80% do alimento necessário para o desenvolvimento de larvas de *C. externa* são consumidos no terceiro instar e, somando-se a essa porcentagem àquela ingerida no segundo instar, tem-se mais de 93%, independente do alimento utilizado. Com isso, fica clara a vantagem em substituir uma presa alternativa por uma dieta artificial, mesmo que essa não seja oferecida no instar inicial, ou que seja fornecida somente no terceiro instar. Isso é alicerçado pelo fato de que a maioria dos insetários depende de uma segunda produção de insetos para a alimentação das larvas de crisopídeos, a qual é relativamente dispendiosa quando comparada a dieta artificial (CARVALHO; SOUZA, 2009).

A partir das larvas alimentadas com as dietas artificiais, foram separados casais para dar continuidade aos estudos com os adultos. Porém, devido à alta taxa de mortalidade (principalmente no período pupal) dos insetos que consumiram as dietas artificiais no segundo e terceiros instares, obteve-se número suficiente de adultos para formação de casais apenas no tratamento testemunha e naquele composto por fígado puro (dieta 1). O período de pré-oviposição não diferenciou significativamente entre os tratamentos (Tabela 5). O número diário de ovos e, conseqüentemente, o total produzido durante o período de estudo (30 dias) também não apresentou diferença significativa entre si, conforme a análise de variância ($F = 3,52$; $GL = 1$; $P > 0,05$). A viabilidade dos ovos produzidos por adultos provenientes de larvas que se alimentaram de ovos de *A. kuehniella* foi significativamente mais elevada, embora a dieta composta por fígado puro tenha proporcionado uma viabilidade considerada elevada, em criações de insetos em laboratório ($F = 41,88$; $GL = 1$; $P < 0,05$).

Lee e Lee (2005) criaram larvas de *Chrysopa pallens* (Rambur) com uma dieta artificial à base de pupas de *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Saturniidae) em pó, gema de ovo de galinha, suplemento infantil, geleia real, solução salina de Neisenheimer, fígado bovino, carne bovina em pó, mel e água, e verificaram uma duração de 26,9 dias para a fase larval, e uma mortalidade de 12% no período de larva a pupa. Dos adultos emergidos, parte foi alimentada com uma dieta constituída por pupas de *A. pernyi* em pó, gema de ovo de galinha e suplemento infantil, e parte com dieta composta pelos mesmos ingredientes, exceto as pupas do saturnídeo, que foram substituídas por suplemento infantil, fígado bovino e carne bovina em pó. Com ambas as dietas, o período de pré-oviposição foi superior a 16 dias, e aquela desprovida de pupas de *A. pernyi* proporcionou maior produção diária de ovos (32,1 ovos por dia).

Tabela 5 Período de pré-oviposição (dias), média diária, total e viabilidade (%) (\pm EP) de ovos produzidos por adultos de *Chrysoperla externa* oriundos de larvas alimentadas com dieta artificial no segundo e terceiro instares.

Tratamentos ¹	Pré-oviposição ²	Ovos por dia ³	Total ovos ³	Viabilidade dos ovos ³
Testemunha	4,8 \pm 0,2 a	19,5 \pm 1,1 a	585,2 \pm 31,6 a	95,8 \pm 0,9 a
Dieta 1	4,3 \pm 0,3 a	16,1 \pm 1,4 a	484,1 \pm 41,7 a	86,1 \pm 1,1 b

¹ Testemunha: ovos de *A. kuehniella*; Dieta 1: fígado de frango *in natura*.

² Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05.

³ Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pela análise de variância ao nível de significância de 0,05.

As larvas que se alimentaram da dieta artificial apenas no terceiro instar produziram adultos em número suficiente para o prosseguimento dos experimentos com todas as dietas (Tabela 6). Com relação ao período de pré-oviposição, aquelas que consumiram ovos de *A. kuehniella* e fígado puro produziram fêmeas que requereram um menor tempo para o início da produção de ovos, em relação as demais dietas. Quanto ao número de ovos, o tratamento testemunha proporcionou a maior produção média diária e total, enquanto a dieta composta por NutriDrink Max® (dieta 5) acarretou a menor produção durante os 30 dias de avaliação. Os demais tratamentos permitiram a obtenção de valores médios intermediários. A viabilidade foi relativamente elevada para todos os tratamentos, porém, a testemunha e a dieta constituída por fígado puro (dieta 1) acarretaram as maiores porcentagens. A viabilidade mais baixa foi proveniente dos insetos alimentados com NutriDrink Max® (dieta 5).

Embora não tenha havido diferenças significativas na produção diária e total de ovos produzidos pelas fêmeas, cujas larvas foram alimentadas com as dietas artificiais (exceto NutriDrink Max®), observou-se que a maior produção foi obtida com a dieta constituída por fígado puro (dieta 1), a qual ocasionou

uma produção diária de cerca de 16 ovos/fêmea e total próxima a 500 ovos, tanto para larvas que ingeriram essa dieta no segundo e terceiro instares, como somente no terceiro. Esses resultados são promissores, haja vista aproximarem-se dos encontrados para a testemunha, com médias de 19,5 e 585,2 ovos produzidos diariamente e ao longo do período de estudo, respectivamente.

Tabela 6 Período de pré-oviposição (dias), média diária, total e viabilidade (%) (\pm EP) de ovos produzidos por adultos de *Chrysoperla externa* oriundos de larvas alimentadas com dieta artificial no terceiro instar.

Tratamentos ¹	Pré-oviposição ²	Ovos por dia ³	Total ovos ³	Viabilidade dos ovos ³
Testemunha	4,3 \pm 0,2 a	19,5 \pm 1,1 a	585,2 \pm 31,6 a	95,8 \pm 0,6 a
Dieta 1	4,3 \pm 0,2 a	16,5 \pm 1,1 ab	493,9 \pm 33,0 ab	95,7 \pm 0,9 a
Dieta 2	6,5 \pm 0,9 b	13,4 \pm 1,9 ab	403,2 \pm 58,0 ab	89,8 \pm 2,5 ab
Dieta 3	5,0 \pm 0,3 b	14,1 \pm 1,1 ab	421,5 \pm 32,9 ab	88,3 \pm 2,0 ab
Dieta 4	5,3 \pm 0,2 b	14,4 \pm 2,1 ab	432,8 \pm 63,0 ab	88,2 \pm 3,3 ab
Dieta 5	5,0 \pm 0,0 b	12,6 \pm 0,9 b	378,4 \pm 28,4 b	81,8 \pm 2,0 b

¹ Testemunha: ovos de *A. kuehniella*; Dieta 1: fígado de frango *in natura*; Dieta 2: fígado de frango + lêvedo de cerveja; Dieta 3: fígado de frango + leite em pó; Dieta 4: fígado de frango + mel; Dieta 5: fígado de frango + NutriDrink Max®.

² Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05.

³ Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Uma dieta artificial adequada para a produção massal de crisopídeos deve possuir propriedades nutricionais e físicas adequadas ao hábito alimentar das larvas. Outro fator importante é a forma de fornecimento da dieta artificial formulada. Em estudos buscando o desenvolvimento de um alimento alternativo artificial para larvas de *C. rufilabris*, Cohen e Smith (1998) desenvolveram uma dieta semi-sólida composta por carne bovina, fígado bovino, ovo de galinha, açúcar, mel, ácido acético e água. A dieta era oferecida entre películas de Parafilm® vedadas nas extremidades, de modo a formar um sachê facilmente

perfurado pelo aparelho bucal das larvas. Esses autores conseguiram uma produção de 21,5 ovos por dia, média superior àquela obtida por larvas que consumiram ovos de uma presa alternativa (19 ovos por dia), e chegaram a criar esse crisopídeo por quinze gerações consecutivas.

Os resultados obtidos para o período de pré-oviposição corroboram aqueles de Liu, Liu e Zeng (2013), que constataram um prolongamento nesse período causado pela dieta artificial oferecida às larvas de *C. septempunctata*. Contudo, os autores verificaram um aumento próximo a 9 dias, enquanto neste trabalho os períodos de pré-oviposição variaram de 4,3 (dieta 1) a 6,5 (dieta 2) dias, ambos para as larvas que receberam essas dietas somente no terceiro instar. Para a produção de ovos, os resultados deste trabalho foram inferiores àqueles obtidos por esses autores, que constataram uma média diária de 23,1 ovos por fêmea. Porém, também verificaram uma produção inferior à da testemunha, que atingiu uma média de 31,8 ovos por fêmea por dia.

Costa (2002) forneceu uma dieta semelhante à utilizada por Cohen e Smith (1998) para larvas de *C. externa* e constatou que o fornecimento de ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar e dieta artificial nos demais instares foi eficiente para a criação das larvas desse crisopídeo. Bezerra (2014) forneceu três dietas artificiais para larvas do mesmo predador e verificou que os melhores resultados foram obtidos com a dieta composta por fígado de frango, amido de milho, açúcar e ácido acético, que acarretou a produção e viabilidade de ovos, e sobrevivência das fases imaturas e adulta, similares à da testemunha, constituída por ovos de *A. kuehniella*.

A dieta composta por fígado de frango *in natura*, fornecido em pedaços e sem a adição de qualquer outro ingrediente, foi a que proporcionou o melhor desenvolvimento e viabilidade das larvas de *C. externa*. Essa dieta apresenta potencial de uso em substituição aos ovos de presas alternativas, como *A. kuehniella* e *S. cerealella*, na alimentação do segundo e terceiro instares ou

somente do terceiro instar do predador. Tendo em vista o elevado preço para produção e/ou aquisição dos ovos desses lepidópteros, essa possibilidade proporcionará uma economia significativa na produção massal desse inimigo natural, para fins de controle biológico.

4 CONCLUSÃO

Fígado de frango *in natura* pode ser fornecido como dieta complementar na alimentação de larvas de segundo e terceiro instar ou somente no terceiro instar de *C. externa*, em substituição à presa alternativa.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.
- AMARAL, B. B.; SOUZA, B.; BEZERRA, C. E. S.; SOUSA, A. L. V.; CARVALHO, C. F. Storing eggs of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) for management of large-scale rearing. **Açoreana**, Angra do Heroísmo, supl. 9, p. 103-109, 2013.
- AUAD, A. M.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SIMÕES, A. D.; OLIVEIRA, S. A.; BRAGA, A. L. F.; FERREIRA, R. B. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n.1, p. 29-32, 2007.
- BALE, J. S.; VAN LENTEREN, J. C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of Royal Society B**, Washington, v. 363, p. 761-776, Sept. 2007.
- BEZERRA, C. E. S. **Dietas artificiais na alimentação larval de *Chrysoperla externa* e seu desempenho no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*)**. 2014. 66p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- 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**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009. p. 77-115.
- COHEN, A. C. Solid-to-liquid feeding: the inside(s) story of extra-oral digestion in predaceous arthropoda. **American Entomologist**, Lanham, v. 44, n. 2, p. 103-116, Dec. 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, Sept. 1998.

COSTA, R. I. F. **Estudos de densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório.** 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

FREITAS, S. **Criação de crisopídeos (Bicho-lixeiro) em laboratório.** Jaboticabal: Funep, 2001.

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.

LEE, K. S.; LEE, J. H. Rearing of *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae) on artificial diet. **Entomological Research**, New Delhi, v. 35, n. 3, p. 183-188, Sept. 2005.

LIU, F.; LIU, C; ZENG, F. Effects of an artificial diet on development, reproduction and digestive physiology of *Chrysopa septempunctata*. **BioControl**, Dordrecht, v. 58, p. 789-795, Aug. 2013.

MACEDO, L. P. M.; SOUZA, B; CARVALHO, C. F.; ECOLE, C. C. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na reprodução de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 91-96, jan./mar.2003.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE A FOME. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas.** São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2015. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

MORANDO, R.; TOSCANO, L. C.; MARTINS, G. L. M; EDUARDO, W.I.; MARUYAMA, W. I.; SANTOS, L. S. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 42-48, 2014.

MURATA, A. T.; CAETANO, A. C.; BORTOLI, S. A.; BRITO, C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 304-309, jul./set. 2006.

NORDLUND, D. A.; COHEN, A. C.; SMITH, R. A. Mass-rearing, release techniques, and augmentation. In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R., WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 303–319.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2004. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

SATTAR, M., FATIMA, B., AHMED, N., ABRO, G. H. Development of larval artificial diet of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pakistan Journal of Zoology**, Punjab, v. 39, n. 2, p. 103-107, 2007.

SOUZA, B.; COSTA, R. I. F., TANQUE, R. L., OLIVEIRA, P. S.; SANTOS, F. A. Aspectos da predação entre larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 712-716, maio/jun. 2008.

SPECTY, O.; FEBVAY, G.; GRENIER, S.; DELOBEL, B.; PIOTTE, C.; PAGEAUX, J.F.; FERRAN, A.; GUILLAUD, J. Nutritional plasticity of the predatory ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): comparison between natural and substitution prey. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, New York, v. 52, n. 2, p. 81-91, Feb. 2003.

SYED, A. N.; ASHFAQ, M.; AHMAD, S. Comparative effect of various diets on development of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **International Journal of Agriculture & Biology**, Essex, v. 10, n. 6, p. 728-730, 2008.

TAUBER, M. J., TAUBER, C. A., DAANE, K. M., HAGEN, K. S. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae). **American Entomologist**, Lanham, v. 46, n. 1, p. 26-38, 2000.

VAN LENTEREN, J. C. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2 ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009. p. 311-338.

VANDERZANT, E. S. An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea*, an insect predator of crop pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 62, n. 1, p. 256-257, Feb. 1969.

YAZLOVETSKY, I. G. Features of the nutrition of Chrysopidae larvae and larval artificial diets. In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 320–337.

CAPÍTULO 3 Densidade de casais de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) por unidade de criação

RESUMO

Os crisopídeos são importantes aliados no controle biológico de artrópodes pragas, podendo ser criados em grande escala para liberação no campo. Este trabalho buscou determinar a densidade mais adequada de casais de *Chrysoperla externa* por unidade de criação (UC), visando conseguir o número máximo de ovos com o mínimo de perdas, em uma criação massal desse predador. O experimento foi realizado a $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os tratamentos constaram de nove, onze, treze e quinze casais por UC, as quais foram constituídas de secções cilíndricas de PVC (10 cm de altura x 10 cm de diâmetro e volume de 785 cm^3), cuja superfície interna foi revestida com papel filtro branco, que serviu como substrato para oviposição. A dieta foi constituída de lêvedo de cerveja e mel (1:1). Foram avaliados o número diário e total de ovos, a viabilidade dos ovos e o número diário e total de ovos danificados. As avaliações e trocas da dieta foram feitas em intervalos de 48 horas, quando se procedia a transferência dos insetos para uma nova UC, coleta dos ovos para contagem e avaliação da viabilidade. As densidades que acarretaram o maior número de ovos por UC foram onze, treze e quinze, com uma produção média superior a 126 ovos por dia. As densidades de nove e onze casais foram as que promoveram o maior número de ovos por fêmea (12,2 e 11,5 ovos, respectivamente). Com relação ao número de ovos danificados, na medida em que se aumentou o número de casais por UC, constatou-se maior número de ovos destruídos. A viabilidade dos ovos não foi afetada pela densidade de insetos nos recipientes de criação, obtendo-se uma média superior a 92%. A densidade de onze casais por UC é a mais eficiente para a produção massal de ovos de *C. externa*.

Palavras-chave: Criação massal. Controle biológico aumentativo. Agente de controle.

ABSTRACT

Lacewings are considered important allies in the biological control of arthropod pests. This study sought to determine the most appropriate density of *Chrysoperla externa* couples per rearing unit (RU) in order to obtain the maximum number of eggs with minimal loss, in a mass rearing of the predator. The experiment was conducted at $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$ and photoperiod of 12 hours. The treatments consisted of nine, eleven, thirteen and fifteen couples per RU, which were comprised of cylindrical sections of PVC (10 cm of height x 10 cm in diameter and volume of 785 cm^3), of which inner surface was coated with white filter paper serving as a substrate for oviposition. The diet consisted of brewer's yeast and honey (1: 1). We evaluated the daily and total number of eggs, egg viability and the daily and total number of damaged eggs. The evaluations and food changes were performed at intervals of 48 hours, when the transfer of the insects to a new RU was conducted, eggs were collected for counting and evaluation of the viability. The densities that resulted in the highest number of eggs were eleven, thirteen and fifteen, with an average production superior to 126 eggs per day. The densities of nine and eleven couples provided the highest number of eggs per female (egg 12.2 and 11.5, respectively). Regarding the number of damaged eggs, with the increase of the number of couples pre RU, we verified a higher number of damaged eggs. Egg viability was not affected by insect density in the rearing units, obtaining an average superior to 92%. The density of eleven couples per RU is the most efficient for the mass production of *C. externa* eggs.

Keywords: Mass rearing. Augmentative biological control. Control agent.

1 INTRODUÇÃO

O emprego de inimigos naturais em programas de controle biológico aumentativo demanda a produção continuada de um elevado número de espécimes. Para isso, deve-se conhecer e dominar as técnicas de criação desses insetos, de modo a garantir sua comercialização e uso como agente de controle. Porém, para o sucesso no emprego de organismos benéficos em programas de controle de pragas, é necessário a otimização de todo processo, para se obter o máximo aproveitamento em todas as etapas, visando uma produção a preços acessíveis, inimigos naturais de qualidade e na quantidade demandada (NASREEN; GILLESPIE; MUSTAFA, 2011). A obtenção do máximo de produtividade e mínimo de perdas é essencial para o sucesso do controle biológico aumentativo, tendo em vista os custos envolvidos (TAUBER et al., 2000; VAN LENTEREN, 2003).

Insetos da família Chrysopidae são pesquisados e criados massalmente em vários países, destacando-se os Estados Unidos e Europa (TAUBER et al., 2000). Aprimoramentos nos métodos de criação desses inimigos naturais vêm sendo feitos desde que Finney (1948), nos Estados Unidos, publicou o trabalho pioneiro sobre criação de crisopídeos em regime coletivo. Larvas de *Chrysopa californica* (Coquillett) (= *Chrysoperla carnea*) (Stephens) eram criadas em caixas de madeira, e os adultos em cilindros de papelão, com as paredes internas forradas com papel e a parte superior vedada com gaze.

Entre os diversos aspectos que devem ser estudados para a criação de um inimigo natural em escala comercial, figura a densidade de indivíduos por recipiente. Alguns resultados de pesquisas desenvolvidas com o objetivo de conhecer a relação mais adequada de larvas de crisopídeos por volume do recipiente são encontrados na literatura. Costa et al. (2003), visando o incremento da criação de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen), pesquisaram a

influência das densidades de 10, 20, 40, 80 e 160 indivíduos por UC com 785 cm³ de volume, sobre a sobrevivência das fases imaturas. Todas as densidades se mostraram adequadas, porém, com o uso de 160 indivíduos por UC obtiveram-se 120 adultos com aproveitamento de 75% do número inicial de ovos, sendo a mais promissora para a criação de larvas em larga escala.

Pesquisas realizadas com densidades de adultos de crisopídeos criados em regime coletivo demonstram que a medida que se aumenta o número de insetos por UC, se reduz o número diário de ovos por fêmea, porém, obtém-se um incremento no número total de ovos. Esse aumento no total de ovos produzidos por UC é suficiente para compensar as perdas decorrentes da elevada densidade de indivíduos e, por isso, tais densidades são consideradas mais eficientes (FERREIRA, 1997; COSTA, 2002; PESSOA; FREITAS, 2008). Da mesma maneira, Carvalho e Souza (2009) relataram que em criações de crisopídeos tem sido verificada uma relação inversa entre produção de ovos e a densidade de casais. E ainda ressaltaram a importância dos machos nas UC's, não somente devido à fecundação, mas também pelo fato da presença dos mesmos estimular a oviposição, indicando-se a proporção de 1:1.

Tendo em vista a importância da densidade de insetos como um dos fatores chave para a maximização da produção de crisopídeos, este trabalho objetivou estabelecer a melhor proporção de adultos de *C. externa* por unidade de criação visando a otimização do espaço disponível para obter a máxima produção de ovos viáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia (DEN) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, à uma temperatura constante de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$.

Pupas de *C. externa* no final do período de desenvolvimento e oriundas da criação mantida no DEN/UFLA foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura. Os adultos emergidos foram separados por sexo por meio da observação da genitália externa, em microscópio estereoscópio, visando à formação de casais. Os casais foram acondicionados em unidades de criação (UC's) cilíndricas de PVC (10 cm de altura x 10 cm de diâmetro e volume de 785 cm^3), com a superfície interna revestida por papel filtro branco, utilizado como substrato para a oviposição.

A abertura superior das UC's foi vedada com tecido organza contendo um orifício central para fornecimento da dieta e água, por meio de um alimentador, como sugerido por Freitas (2001). Trata-se de um frasco de vidro com um disco de borracha preso ao gargalo e com maior diâmetro que o orifício do tecido organza. O frasco é preenchido com água e vedado com espuma de poliuretano, o que possibilita a disponibilidade da água aos adultos. Nessa espuma também é colocada a dieta composta por mel e lêvedo de cerveja (1:1). O alimentador é colocado de maneira invertida sobre o orifício feito no tecido organza e trocado a cada 48 horas, de modo a fornecer uma dieta fresca e evitar a proliferação de microrganismos. A parte inferior das UC's foi vedada com tecido tipo filó, possibilitando melhor visualização dos insetos, sem a necessidade de abri-las.

Os tratamentos foram constituídos pelas densidades de nove, onze, treze e quinze casais por UC, as quais foram definidas com base nos resultados de

Costa (2002). Conforme o autor, em UC's similares, a maior densidade estudada (nove casais por UC) foi a mais adequada para a criação de *C. externa*, por permitir maior produtividade total de ovos. No entanto, foi sugerido que estudos adicionais deveriam ser efetuados, tendo em vista que densidades superiores poderiam resultar em produtividades ainda maiores.

As avaliações foram realizadas a cada 48 horas. Efetuava-se a transferência dos insetos para novas UC's, de modo a permitir a contagem e remoção dos ovos, a qual foi feita por meio do corte dos pedicelos com o uso de uma tesoura de ponta fina.

Para avaliação da viabilidade, os ovos foram recolhidos em lotes de dois ovos por fêmea por UC de cada repetição, ou seja, para as densidades de nove, onze, treze e quinze casais foram tomados 18, 22, 26 e 30 ovos, respectivamente. As amostragens foram feitas semanalmente, no decorrer de 30 dias, período total de condução do experimento. Os ovos foram individualizados em placas de microtitulação, vedadas com filme de cloreto de polivinila (PVC) e acondicionados em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, até a eclosão.

Os parâmetros avaliados foram a viabilidade dos ovos, número diário e total de ovos produzidos por fêmea no decorrer de quatro semanas, número diário e total de ovos danificados por fêmea, nesse período. Esse parâmetro foi considerado tendo em vista a possível ocorrência de oofagia, devido ao estresse ocasionado por altas densidades de insetos, como constatado por Costa (2002).

O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. Portanto, para as densidades de nove, onze, treze e quinze casais foram avaliados um total de 576, 704, 832 e 960 ovos, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de homogeneidade das variâncias e de normalidade e, tendo estas exigências sido atendidas, foi realizado a ANOVA.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05, empregando-se o software R (R CORE TEAM, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente da densidade de casais confinados nas UC's, a oviposição foi realizada em toda superfície interna, incluindo, não somente, as paredes laterais, mas, também, o tecido filó utilizado na base, o tecido organza usado na vedação da abertura superior, e o recipiente de alimentação. Foram encontrados ovos colocados até mesmo sobre outros ovos já postos, no próprio ovo *per si* ou no pedicelo que o adere ao substrato. Esse comportamento é uma resposta ao elevado número de insetos confinados e foi observado, também, na menor densidade estudada (nove casais). Costa (2002), trabalhando com densidades de um, três, cinco, sete e nove casais de *C. externa* por UC de mesmo volume e área disponível, observou comportamento similar a partir do confinamento de três casais.

Em todas as densidades estudadas observou-se um grande número de ovos destruídos pelos próprios adultos, sendo verificados pedicelos sem ovos e ovos parcialmente destruídos. Esse comportamento é conhecido como oofagia, e é caracterizado pelo hábito de se alimentar de seus próprios ovos. Fêmeas de *Chrysopa* spp. também podem se alimentar de seus próprios ovos quando mantidas sem alimento e, algumas vezes, até os consomem na extremidade do duto genital, antes da oviposição (CANARD, 2001). Neste trabalho, a oofagia não pode ser atribuída à inanição, pois os insetos foram supridos com alimento em abundância e repostos frequentemente.

Os tratamentos com onze, treze e quinze casais apresentaram a maior produção diária de ovos íntegros por UC, com médias superiores a 126 ovos (Tabela 1). Assim, a partir do número total de ovos produzidos no decorrer do período avaliado, a maior produção foi constatada para essas densidades de casais, que apresentaram médias de 3787,6; 4140,5 e 4349,7 ovos, respectivamente. Verificou-se maior proximidade das médias de ovos

produzidos, na medida em que se aumentou o número de insetos nas UC's, de modo que o tratamento com onze casais apresentou 1,15 vezes mais ovos que o com nove e aqueles com treze e quinze apresentaram 1,09 e 1,05 vezes mais ovos que os tratamentos com onze e treze casais, respectivamente, demonstrando a proximidade do limite máximo de fêmea por volume. Ferreira (1997) avaliou a produção média e total de ovos por fêmea de *C. externa* nas densidades de um, cinco e dez casais por recipiente de criação (1650 cm³) e constatou maior produção total na densidade de dez casais, a qual foi duas vezes maior do que o verificado na densidade de cinco, e seis vezes maior que na densidade de um casal por recipiente.

Tabela 1 Produção (\pm EP) diária e total de ovos de *Chrysoperla externa* em função da densidade de casais por unidade de criação (785 cm³).

Quantidade de casais	Ovos íntegros/dia	Ovos íntegros/fêmea/dia	Total de ovos íntegros
9 casais	109,6 \pm 4,6 b	12,2 \pm 0,5a	3287,0 \pm 191,0b
11 casais	126,2 \pm 6,4 a	11,5 \pm 0,5 a	3787,6 \pm 126,1 a
13 casais	138,0 \pm 5,9 a	10,62 \pm 0,4 ab	4140,5 \pm 102,1 a
15 casais	144,9 \pm 7,2 a	9,75 \pm 0,4 b	4349,7 \pm 182,5 a

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com teste de Tukey, ao nível de significância de 0,05.

Com relação ao número médio diário de ovos por fêmea, houve uma diminuição na medida em que se aumentou a densidade de indivíduos nas UC's. Os tratamentos com nove e onze casais foram os que ocasionaram a maior produção diária por fêmea e aquele com quinze casais foi onde se registrou o menor número de ovos por fêmea por dia. Resultados semelhantes foram obtidos por Pessoa e Freitas (2008) trabalhando com casais de *C. externa* nas densidades macho: fêmea de 1:3, 2:6, 3:9 e 4:12 em UC's de 1650 cm³, que observaram uma redução da oviposição diária e total por fêmea com o aumento da densidade de insetos por UC. Karelin, Yakovchuk e Danu (1989) relataram a existência de

uma relação direta entre a superfície de oviposição e a fecundidade da fêmea, que é traduzida em uma redução do número de ovos produzidos com a menor disponibilidade de área para oviposição. Portanto, o aumento da densidade resulta em menor espaço físico para os insetos, diminuindo a oviposição. Porém, como o aumento da densidade de crisopídeos por UC é acompanhada pelo aumento na produção total, há uma recompensa de tais perdas até que se atinja um limite de insetos por volume.

O número de ovos produzidos ao longo do período de avaliação apresentou um comportamento semelhante para todos os tratamentos, constatando-se uma produção crescente desde o início da oviposição até o 24º dia (Figura 1). Nessa ocasião, as fêmeas atingiram sua máxima produção de ovos em todas as densidades estudadas, não constatando-se um novo aumento entre o 24º e o 30º dia, quando finalizaram as observações. Costa (2002), avaliando densidades de um, três, cinco, sete e nove casais de *C. externa* por UC de mesmo volume (785 cm³), também observou comportamento semelhante. Para todas as densidades, o pico de produção de ovos ocorreu por volta do 30º dia após o início da oviposição, seguido por um período de declínio até a total paralização da produção.

Para a densidade de nove casais por UC, a máxima oviposição foi de aproximadamente 330 ovos por dia por UC, seguida pela densidade de onze (~360 ovos/dia/UC) e pelas densidades de treze e quinze (~400 ovos/dia/UC), que não diferiram significativamente entre si.

Como a menor densidade de casais já representa um número considerável de insetos por volume (43,6 cm³ por indivíduo), era esperado um percentual relativamente elevado de ovos danificados. Assim, foram avaliados esses números visando constatar a existência de uma relação direta entre a densidade populacional e o número de ovos lesionados. O conhecimento dos parâmetros relacionados a essas perdas permitirá definir a proporção mais

adequada entre densidade populacional e unidade de volume, de modo a resultar no menor número de ovos danificados em uma criação de grande porte.

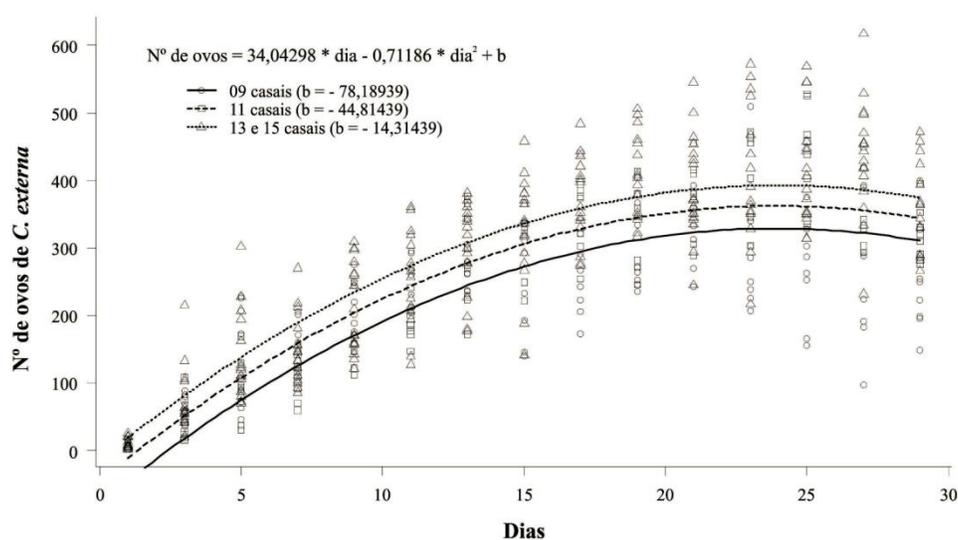


Figura 1 Produção diária de ovos de *Chrysoperla externa* em função da densidade de casais por unidade de criação (785 cm^3), ao longo de 30 dias

Com relação ao número diário de ovos danificados por UC, o maior valor foi verificado no tratamento com quinze casais, no qual uma média de 78,1 ovos foram destruídos diariamente, que somaram mais de 2.300 ovos no decorrer de todo o experimento (Tabela 2). O menor valor (20,3 ovos) foi constatado na densidade de nove casais, que somaram 609 ao longo do período de estudo, valor 1,6 e 3,8 vezes menor que o total encontrado nas densidades de treze e quinze casais, respectivamente. Com relação ao número diário de ovos danificados por fêmea, verificou-se que as UC's com nove e onze casais apresentaram as médias mais baixas, enquanto as mais elevadas foram verificadas nos tratamentos com treze e quinze casais. Demonstrou-se a existência de uma relação direta positiva entre a densidade de adultos por UC e o

número de ovos destruídos, ou seja, na medida em que se aumenta o número de casais há um aumento no número de ovos danificados (Figura 2).

Tabela 2 Produção (\pm EP) diária e total de ovos de *Chrysoperla externa* destruídos em função da densidade de casais por unidade de criação (785 cm^3).

Quantidade de casais	Ovos destruídos/dia	Ovos destruídos/fêmea/dia	Total de ovos destruídos
9 casais	$20,3 \pm 1,3$ a	$2,2 \pm 0,1$ a	$609,0 \pm 28,7$ a
11 casais	$32,3 \pm 7,5$ b	$2,5 \pm 0,1$ a	$969,6 \pm 78,6$ b
13 casais	$48,4 \pm 1,9$ c	$4,4 \pm 0,3$ b	$1453,1 \pm 38,7$ c
15 casais	$78,1 \pm 3,1$ d	$5,2 \pm 0,3$ b	$2343,2 \pm 131,0$ d

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com teste de Tukey, ao nível de significância de 0,05.

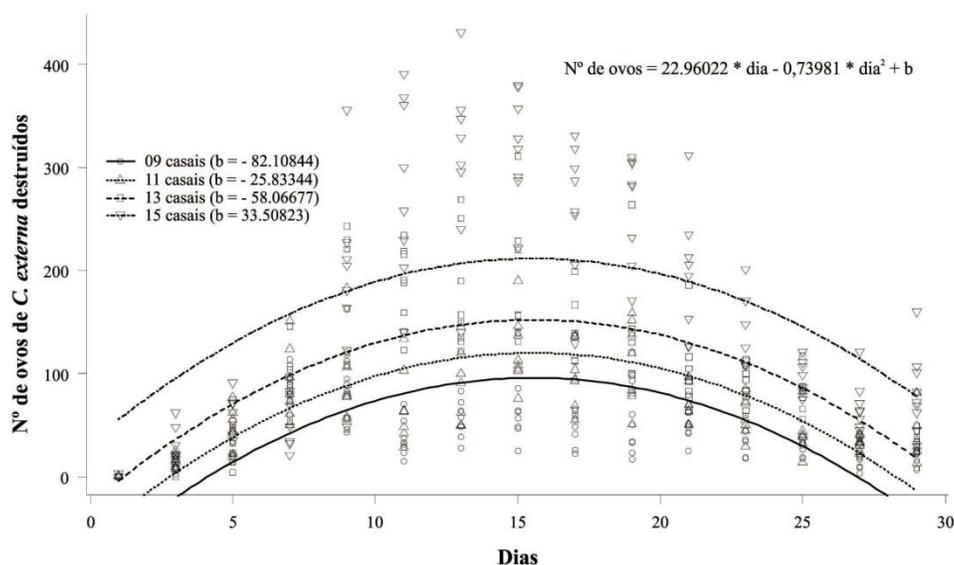


Figura 2 Número médio de ovos de *Chrysoperla externa* danificados em função da densidade de casais por unidade de criação (785 cm^3).

Costa (2002) também constatou uma diminuição na fecundidade e aumento no número de ovos danificados, à medida que se aumentou a densidade de casais. Porém, na maior densidade avaliada (nove casais/UC) se obteve o maior número de ovos, o que compensou as perdas ocorridas e permitiu afirmar ser essa densidade a mais eficiente.

De maneira geral, a resposta no número de ovos destruídos, dada em função do aumento na densidade de casais ao longo do período de estudo, foi semelhante entre os tratamentos, ocorrendo um pico de destruição por volta do 15° dia de avaliação. Nessa ocasião, cerca de 100 ovos foram destruídos, por UC, no tratamento com nove casais. Aproximadamente 115 e 150 foram destruídos nas densidades de onze e treze, respectivamente, e mais de 200 ovos foram destruídos na densidade de 15 casais. Após esse pico, foi constatada diminuição regular e gradativa de ovos danificados em todas as densidades. Constatou-se, assim, uma relação direta entre a produção diária de ovos e a oofagia em *C. externa*, independente da densidade de casais.

Com relação à viabilidade dos ovos, não houve diferenças significativas entre as porcentagens obtidas. Todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 92% de ovos viáveis ($F = 1,36$, $gl = 3$, e $P > 0,05$). Portanto, independentemente do número de casais confinados por UC, os ovos íntegros se mostraram viáveis, com resultados compatíveis aos obtidos em vários trabalhos que avaliaram esse parâmetro para ovos de *C. externa*, sob diferentes condições (FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2002; BOREGAS; CARVALHO; SOUZA, 2003; MACEDO et al., 2003a; MACEDO et al., 2003b; PESSOA; FREITAS, 2008).

4 CONCLUSÃO

A densidade mais adequada para a produção massal de *C. externa* em UC's de 785 cm³ é de onze casais, ou seja, 71,4 cm³ por casal.

REFERÊNCIAS

- BOREGAS, K. G. B.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 7-16, jan./fev. 2003.
- CANARD, M. Natural food and feeding habits of lacewings. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A.E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. p. 116-129.
- 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**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009. p. 77-115.
- COSTA, R. I. F.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; BLORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, nesp., p. 1539-1545, dez. 2003.
- COSTA, R. I. F. **Estudos de densidade de ovos e de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando adequação na criação de laboratório**. 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- FERREIRA, R. J. **Técnicas para a produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1997. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, nesp., p. 1439-1450, 2002.
- 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.
- FREITAS, S. **Criação de crisopídeos (Bicho-lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 2001.

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**, Helsinki, v. 53, n. 1, p. 31-35, July 1989.

MACEDO, L. P. M.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; ECOLE, C. C.; GOUSSAIN, M. M. Efeito da idade das fêmeas e de fatores ambientais sobre a reprodução do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 309-313, 2003a.

MACEDO, L. P. M.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; ECOLE, C. C. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na reprodução de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 91-96, jan./mar.2003b.

MORANDO, R.; TOSCANO, L. C.; MARTINS, G. L. M.; EDUARDO, W. I.; MARUYAMA, W. I.; SANTOS, L. S. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 42-48, July 2014.

NASREEN, A.; GILLESPIE, D. R.; MUSTAFA, G. Graphical marginal analysis of the economics of natural enemy production: an example using a pilot mass rearing system for green lacewing. **Biological Control**, Orlando, v. 57, n. 1, p. 44-49, Apr. 2011.

PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S. Potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em função do número de indivíduos por unidade de criação. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 3, n. 52, p. 463-466, set. 2008.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Viena: R Core Team, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

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. 47, n. 1, p. 24-50, Jan. 2000.

VAN LENTEREN, J. C. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents**: theory and testing procedures. Wallingford: CABI Publishing, 2003. Chap. 9, p. 1-18.

CAPÍTULO 4 Substratos para remessa de ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) via correio

RESUMO

Os crisopídeos são insetos predadores que podem se constituir em agentes de controle de diversos artrópodes pragas. Porém, na maioria das vezes, ocorrem em densidades populacionais insuficientes para proporcionar o controle desejado, sendo necessárias liberações de exemplares produzidos em grande escala. Este trabalho buscou avaliar materiais que possam ser adicionados aos recipientes de envio e transporte de ovos e larvas de *Chrysoperla externa*, por ocasião da sua comercialização. Os mesmos materiais testados para envio de ovos foram usados nos testes para envio de larvas, os quais foram realizados separadamente. Ovos e larvas foram acondicionados em frascos plásticos contendo os seguintes materiais: vermiculita, gérmen de trigo, casca de arroz, serragem de madeira, casca de café e sabugo de milho triturado. Realizou-se o envio pelo correio, via SEDEX e, assim que recebidos, foram levados de volta ao laboratório para as avaliações. Foram utilizados ovos com dois dias de idade e larvas no final do primeiro instar. Em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, UR de 70% e escotofase total, foram mantidas testemunhas tomadas dos mesmos materiais enviados. Para ovos, avaliou-se o número deles recuperados pós-envio, duração do período embrionário e viabilidade. Para larvas, avaliou-se o número total após o transporte, o instar em que se encontravam, a duração e a sobrevivência até a fase de pupa. Com relação à recuperação dos ovos, quase a totalidade foi encontrada, não havendo diferença significativa entre enviados e testemunha. A duração do período embrionário foi mais longa para ovos enviados em relação àqueles mantidos em laboratório. A viabilidade não variou significativamente entre as testemunhas mantidas em laboratório, porém, os ovos enviados em sabugo triturado, serragem, vermiculita e gérmen de trigo apresentaram viabilidades superiores quando comparados aos demais. O maior número de larvas recuperadas foi constatado em casca de arroz, casca de café, sabugo triturado e serragem, sendo todas elas já no segundo instar. A duração do período larval para os insetos mantidos no laboratório foi 1,5 dia menor do que aqueles enviados pelo correio. A maior sobrevivência pós-envio foi obtida para larvas misturadas em sabugo triturado e serragem. Ovos e larvas de *C. externa* podem ser transportados misturados a sabugo triturado e serragem viabilizando a comercialização desse predador.

Palavras-chave: Controle biológico. Criação massal. Comercialização. Transporte de inimigo natural.

ABSTRACT

Lacewings are predatory insects that can become control agents for many arthropod pests. However, in most cases, they occur in population densities insufficient to provide the desired control, requiring releases of specimens produced on a large scale. This study sought to evaluate materials that can be added to containers for shipping and transporting *Chrysoperla externa* eggs and larvae for commercialization. The same materials tested for egg shipping were used in tests for larvae shipping, which were conducted separately, in independent shipments. Eggs and larvae were placed in plastic flasks containing the following materials: vermiculite, wheat germ, rice husk, sawdust, coffee hulls and ground corn cobs. The shipping was conducted via SEDEX and, as soon as received, were taken back to the laboratory for evaluation. We used two-day-old eggs and larvae at the end of the first instar. We maintained control, taken from the same materials that were shipped, in acclimatized chambers at $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 70% RH and full scotophase. For the eggs, we evaluated the number recovered after shipping, duration of the embryonic stage and viability. For the larvae, we evaluated the total number after transportation, the instar in which they were found, duration and survival until pupation. Regarding egg recovery, almost all were found, with no significant difference between those sent and the control. The duration of the embryonic stage was longer for the shipped eggs when compared to those kept in the laboratory. The viability did not vary significantly among the control kept in the laboratory, however, the eggs shipped in ground corn cobs, sawdust, vermiculite and wheat germ showed superior viability when compared to the other materials. The highest number of recovered larvae was verified in rice husk, coffee husk, sawdust and ground corn cobs, all of which were recovered in the second instar. The duration of the larval period for the insects kept in the laboratory was 1.5 day less than those sent by post. The highest survival post-shipment was obtained for the larvae sent in ground corn cobs and sawdust. Therefore, *C. externa* eggs and larvae can be transported together with corn cobs and sawdust, allowing the commercialization of this predator.

Keywords: Biological control. Mass rearing. Commercialization, Natural enemy transportation.

1 INTRODUÇÃO

Os crisopídeos são insetos predadores geralmente encontrados em diversos agroecossistemas, onde podem exercer papel importante como reguladores de populações de muitos organismos. Entre suas presas incluem-se ovos de diversos artrópodes, pulgões, cochonilhas, lagartas, moscas-brancas, psilídeos e ácaros, muitos dos quais podem atingir o *status* de praga de diversas espécies cultivadas (CANARD; PRINCIPI, 1984; CANARD, 2001; CARVALHO; SOUZA, 2009). Porém, apesar de serem relativamente comuns, suas populações geralmente não atingem densidades suficientes para promover o controle do organismo-praga. Nesses casos, torna-se necessária a tomada de medidas que possam incrementar o número de indivíduos no ambiente, visando ao aumento do controle populacional do artrópode fitófago.

O controle biológico aplicado se baseia, especialmente, na liberação e/ou conservação de organismos entomófagos ou entomopatogênicos nos agroecossistemas, sendo registrados muitos casos de sucesso contra diversas espécies de pragas em todo o mundo (VAN LENTEREN, 2011). Várias espécies de crisopídeos constituem-se em importantes inimigos naturais devido, especialmente, à voracidade de suas larvas, elevado potencial de reprodução e relativa facilidade de criação em laboratório (BIAGIONI; FREITAS, 2001; FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2002; CARVALHO; SOUZA, 2009).

A criação de insetos em larga escala exige não somente o conhecimento dos métodos de produção, mas, também, de aspectos relacionados a comercialização, tais como o transporte do laboratório ao local da liberação. Para a comercialização e transporte de ovos de crisopídeos, Tauber et al. (2000) sugeriram o uso de recipientes com algum controle térmico, quando necessário, (por exemplo, o uso de caixas de isopor), e o preparo dos ovos com antecedência, de modo a prevenir a eclosão e o canibalismo entre as larvas. Para

o transporte de larvas, recomendaram o uso de embalagens apropriadas contendo material inerte que lhes sirva como suporte e abrigo, além de alimento [ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) ou *Anagasta kuehniella* (Zeller)], visando reduzir as chances de canibalismo. Os autores enfatizaram a necessidade de pesquisas focadas no estudo de métodos de transporte de maneira mais eficiente e na busca do conhecimento da melhor fase de desenvolvimento para o envio desses predadores. De acordo com Pinto e Parra (2002), o recipiente de envio, que poderá ser o recipiente de liberação, além de garantir proteção aos inimigos naturais, contra predadores e adversidades climáticas, deve ser de material atóxico, economicamente viável e de fácil manuseio, transporte e distribuição pela área a ser tratada.

Existem empresas, principalmente europeias e norte-americanas, que comercializam crisopídeos em diferentes fases de desenvolvimento. As europeias Koppert Biological Systems (2015) e Syngenta Bioline (2015) disponibilizam em seus respectivos websites, larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) no segundo instar, que são vendidas em garrafas plásticas com capacidade de 500 mL, em número de 1000 larvas por recipiente. Os insetos ficam misturados a gérmen de trigo, que servem de suporte e abrigo, além de diminuir o canibalismo. Recomenda-se que o recipiente seja colocado em posição horizontal.

A empresa norte-americana Arbico Organics (2015) comercializa ovos, larvas e adultos de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister). Os ovos são vendidos em embalagens de diversos tamanhos, misturados com um tipo de farelo não especificado no site, e em quantidades que variam de 1000 a 10000 ovos por recipiente. As larvas de segundo instar são comercializadas em garrafas plásticas contendo casca de arroz como material de suporte, em número de 1000 insetos por embalagem. As larvas também são vendidas em quadros de papelão contendo 450 compartimentos ($\pm 1,0 \times 1,0$ cm), onde são confinadas

individualmente. Os adultos são comercializados em gaiolas cilíndricas de papelão, com aproximadamente 15 cm de diâmetro x 15 cm de altura, vedadas com tecido tipo organza, e disponibilizados em número de 100 e 500 insetos por gaiola.

No território brasileiro, *Chrysoperla externa* (Hagen) é a espécie de crisopídeo mais frequente e abundante em cultivos agrícolas (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994; DUELLI, 2001) e, por isso, tem sido alvo de pesquisas que buscam verificar a possibilidade de seu uso como agente de controle de pragas, tanto em cultivos protegidos como em campo. Os resultados desses trabalhos têm sido satisfatórios na medida em que evidenciam seu potencial na redução populacional de diversas espécies nocivas às plantas cultivadas. Contudo, são escassas as pesquisas que visam conhecer aspectos relacionados a comercialização desses inimigos naturais. Assim, este trabalho objetivou conhecer materiais que possam ser adicionados aos recipientes de transporte de ovos e larvas de *C. externa* via correio, visando a atender demandas em curtas distâncias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ovos e larvas utilizados neste trabalho foram oriundos da criação mantida no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, onde os insetos são criados em temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. As larvas são alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e os adultos com dieta à base de lêvedo de cerveja e mel (1:1).

Os experimentos foram conduzidos com frascos plásticos de 50 mL preenchidos com diferentes materiais, os quais serviram como suporte aos ovos e abrigo às larvas de *C. externa*. Foram testados os materiais para transporte de ovos, e os mesmos materiais para transporte de larvas, em envios independentes. Os materiais testados foram: a) vermiculita, b) gérmen de trigo, c) casca de arroz, d) serragem, e) casca de café, e f) sabugo triturado. Os quatro últimos substratos foram escolhidos em função do baixo custo e facilidade de obtenção na região. Esses materiais foram submetidos a secagem prévia em estufa, para evitar o excesso de umidade no interior do recipiente de envio, e promover a eliminação de organismos indesejáveis que pudessem prejudicar os ovos e/ou as larvas.

Foram colocados 60 ovos com dois dias de idade (48 ± 6 horas) e despedicelados com uma tesoura de ponta fina, dentro de cada frasco contendo os materiais, empregando-se dez repetições. Para a fase de larva foram utilizados 50 indivíduos no primeiro instar, com três dias de idade (72 ± 6 horas), próximo a passar para o segundo instar, o que visou o recebimento pós-envio quando já estivessem nesse estágio de desenvolvimento. As larvas foram acondicionadas nos recipientes contendo os materiais (tratamentos) aos quais foram adicionados 3 g de ovos de *A. kuehniella* para a alimentação dos insetos confinados e prevenção do canibalismo, quantidade esta segura pois, segundo Murata et al.

(2006), são necessárias 0,043 g de ovos desse piralídeo para cada larva de *C. externa* empupar. Os tratamentos foram avaliados em dez repetições, cada uma composta por um recipiente. Foram necessários 7200 ovos e 6000 larvas de *C. externa* para a realização do trabalho.

Após o acondicionamento dos ovos e das larvas nos frascos, já com os respectivos materiais, estes foram fechados e colocados em caixas de isopor de 10 cm de altura x 10 de largura x 15 cm de profundidade, de modo a minimizar os efeitos da temperatura. Cada caixa comportou seis frascos, correspondentes a cada um dos tratamentos. A caixa foi enviada pelo correio, via SEDEX, para um endereço residencial em Lavras, MG, situado a cerca de 3 Km do laboratório. As remessas foram levadas manualmente de volta ao Laboratório para se procederem às avaliações. Foram efetuados dez envios, cada um contendo uma repetição. Em laboratório, por ocasião de cada remessa via correio, foram mantidas testemunhas tomadas dos mesmos materiais enviados, as quais foram acondicionadas em câmaras climatizadas a $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e escotofase total.

Após o retorno ao laboratório, o substrato de cada frasco era vertido sobre uma bandeja branca de 20 cm de largura x 30 cm de comprimento, visando à busca e recuperação dos insetos para as avaliações pós-recebimento. Para a fase de ovo foi avaliado o número total de ovos recuperados após o transporte e recebimento dos frascos, a duração total do período embrionário e a viabilidade das larvas eclodidas. Para a fase de larva, avaliou-se o número total após o transporte, o instar em que se encontravam, a duração e a sobrevivência até a fase de pupa. Os ovos foram individualizados em placas de microtitulação usadas em teste de virologia e as larvas individualizadas em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura contendo ovos de *A. kuehniella* para alimentação.

O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas no tempo, haja vista terem sido enviados, a cada sete dias, uma repetição de cada tratamento composta por 60 ovos ou 50 larvas, durante 70 dias, totalizando dez parcelas. Os dados foram analisados empregando-se o software R (R CORE TEAM, 2014). Para o número de ovos e larvas recuperados, viabilidade dos ovos e sobrevivência das larvas foi feita análise utilizando-se Modelos Lineares Generalizados (GLM). Para a duração do período embrionário e da fase larval utilizou-se análise de variância bi-fatorial, sendo as médias separadas pelo teste de Tukey, todos ao nível de significância de 0,05.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período entre o envio do material pelos correios e o recebimento do mesmo, no endereço especificado na cidade de Lavras, MG, variou entre 30 e 32 horas, mostrando uniformidade com relação ao tempo de transporte, ou seja, os insetos ficaram acondicionados nas caixas de isopor praticamente durante o mesmo período de tempo.

O número de ovos recuperados não variou significativamente em função do material utilizado como substrato, tanto para aqueles mantidos no laboratório (controle) como para os que foram enviados (Tabela 1). Também não houve variação significativa quanto à comparação entre eles (controle x enviados), mostrando que o transporte não afetou a porcentagem de ovos recuperados após o retorno do material ao laboratório. A duração do período embrionário não foi afetada pelo tipo de material adicionado ao recipiente, tanto para ovos mantidos em câmaras climatizadas (controle) quanto para aqueles submetidos ao transporte. Constatou-se um prolongamento de aproximadamente dois dias na duração desse período para ovos transportados em relação àqueles que permaneceram no laboratório, com uma duração média de 6,9 e 4,9 dias, respectivamente.

Tabela 1 Porcentagem (\pm EP) de ovos de *Chrysoperla externa* recuperados após serem mantidos em laboratório (controle) e transportados, e duração (\pm EP) do período embrionário, em função do tipo de substrato utilizado nos recipientes de envio.

Substrato de envio	Ovos recuperados (%) [*]		Duração (dias) ^{**}	
	Controle	Pós envio	Controle	Pós envio
Sabugo triturado	99,8 \pm 0,2aA	99,8 \pm 0,2aA	4,8 \pm 0,1aA	6,9 \pm 0,1aB
Serragem	100,0 \pm 0,0aA	100,0 \pm 0,0aA	4,9 \pm 0,1aA	6,9 \pm 0,1aB
Casca de arroz	99,7 \pm 0,3aA	99,5 \pm 0,4aA	5,0 \pm 0,1aA	6,8 \pm 0,1aB
Vermiculita	99,7 \pm 0,2aA	100,0 \pm 0,0aA	5,0 \pm 0,1aA	6,9 \pm 0,1aB
Casca de café	100,0 \pm 0,0aA	99,7 \pm 0,3aA	4,9 \pm 0,1aA	6,9 \pm 0,1aB
Gérmen de trigo	99,8 \pm 0,2aA	99,7 \pm 0,2aA	5,0 \pm 0,1aA	6,8 \pm 0,1aB

^{*} Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com análise de modelos lineares generalizados, ao nível de significância de 0,05.

^{**} Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pela análise de variância bi-fatorial, ao nível de significância de 0,05.

O tipo de substrato não afetou significativamente a viabilidade dos ovos mantidos no laboratório (controle). Porém, entre os ovos transportados, aqueles misturados ao sabugo triturado, serragem, vermiculita e gérmen de trigo, apresentaram viabilidades maiores do que aqueles mantidos em casca de café (89,2%) e casca de arroz (73,6%).

Não houve diferenças significativas entre a viabilidade dos ovos dos tratamentos controle e daqueles transportados juntamente com sabugo triturado, serragem, vermiculita e gérmen de trigo, que atingiram valores superiores a 94%. A viabilidade dos ovos misturados à casca de arroz e à casca de café foi significativamente menor em relação àqueles das testemunhas (Tabela 2). É possível que durante o transporte esses substratos tenham ocasionado algum dano mecânico aos ovos de modo a afetar a viabilidade, haja vista esses materiais serem mais ásperos e apresentarem maior granulagem que os demais.

Tabela 2 Porcentagem (\pm EP) de ovos viáveis de *Chrysoperla externa* recuperados após serem mantidos em laboratório (controle) e transportados, em função do tipo de substrato utilizado nos recipientes de envio.

Substrato de envio	Controle	Pós envio
Sabugo triturado	96,5 \pm 0,5 aA	95,0 \pm 0,6 aA
Serragem	95,7 \pm 0,2 aA	94,6 \pm 0,5 aA
Casca de arroz	95,4 \pm 0,4 aA	73,6 \pm 5,4 cB
Vermiculita	96,8 \pm 0,3aA	95,3 \pm 0,6 aA
Casca de café	94,8 \pm 0,6 aA	89,2 \pm 1,3 bB
Gérmen de trigo	96,1 \pm 0,4 aA	94,8 \pm 0,9 aA

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com análise de modelos lineares generalizados, ao nível de significância de 0,05.

Todos os materiais utilizados como substrato para envio de ovos proporcionaram porcentagens de eclosão superiores a 73%. Esses resultados são satisfatórios e indicam a viabilidade de uso desses materiais para essa finalidade, tendo em vista que, em remessas comerciais, geralmente são adicionados mais insetos que o indicado nos rótulos das embalagens, visando compensar eventuais perdas durante o transporte (SILVERS; MORSE; GRAFTON-CARDWELL, 2002).

Silvers, Morse e Grafton-Cardwell (2002) avaliaram a viabilidade e número de ovos de *C. rufilabris* enviados de três insetários comerciais da Califórnia, EUA, visando verificar a qualidade do material recebido, e constataram uma eclosão mínima de 70,9% e um número que excedia a quantidade solicitada.

O maior número de larvas transportadas e recuperadas corresponderam àquelas acondicionadas em casca de arroz, casca de café, sabugo triturado e serragem, com valores superiores a 73% de espécimes recuperados, não diferenciando estatisticamente entre si. A vermiculita e gérmen de trigo foram os substratos que acarretaram os menores percentuais de recuperação de larvas nos

tratamentos que envolveram o transporte (Tabela 3). Para larvas transportadas juntamente com cascas de café constatou-se uma porcentagem de recuperação significativamente inferior para o tratamento mantido em laboratório (controle).

Tabela 3 Porcentagem de larvas (\pm EP) de *Chrysoperla externa* recuperadas após serem mantidas em laboratório e transportadas, e duração do período larval (\pm EP) em função do tipo de substrato utilizado nos recipientes de envio.

Substrato de envio	Larvas recuperadas (%) [*]		Duração (dias) ^{**}	
	Controle	Pós envio	Controle	Pós envio
Sabugo triturado	70,5 \pm 4,1 bA	78,0 \pm 2,5 aA	9,9 \pm 0,3 aA	11,5 \pm 0,2 aB
Serragem	71,0 \pm 1,8 abA	73,5 \pm 3,7 aA	10,1 \pm 0,2 aA	11,5 \pm 0,4 aB
Casca de arroz	73,0 \pm 4,1 aA	79,0 \pm 3,8 aA	9,9 \pm 0,3 aA	11,2 \pm 0,2 aB
Vermiculita	61,5 \pm 3,6 cA	68,5 \pm 3,1 bcA	10,0 \pm 0,3 aA	11,4 \pm 0,4 aB
Casca de café	69,3 \pm 4,7 bB	78,5 \pm 2,0 aA	9,9 \pm 0,2 aA	11,3 \pm 0,3 aB
Gérmen de trigo	63,5 \pm 3,9 cA	61,5 \pm 2,9 cA	10,1 \pm 0,3 aA	11,5 \pm 0,3 aB

^{*}Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com análise de modelos lineares generalizados ao nível de significância de 0,05.

^{**}Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Por meio da observação em microscópio das larvas encontradas mortas, verificou-se que os exemplares apresentavam sinais característicos da perfuração pelo aparato bucal de larvas de crisopídeos. Essa constatação permite afirmar que a causa da morte desses insetos foi o canibalismo, uma interação intraespecífica de ocorrência comum em Chrysopidae, especialmente, quando confinadas juntas (FLESCHNER, 1950; NEW, 1975; CANARD; PRINCIPI, 1984; COSTA et al., 2003; MOCHIZUKI et al., 2006; ROJHT; BUDIJA; TRDAN, 2009). Além da função de transporte, os substratos de envio servem de abrigo para as larvas, contudo, o encontro entre algumas delas é inevitável. Por

isto, as empresas que comercializam esses insetos usualmente disponibilizam um número maior de indivíduos por embalagem, visando compensar as perdas advindas do hábito canibal (SILVERS; MORSE; GRAFTON-CARDWELL, 2002).

Todas as larvas recuperadas após o envio, bem como aquelas mantidas em laboratório, se encontravam no segundo instar. A duração do período larval dos insetos que permaneceram no laboratório não variou significativamente entre si, o que também ocorreu para aqueles que foram transportados. Porém, houve diferença significativa com relação a comparação entre a duração das larvas mantidas como controle e aquelas submetidas ao transporte. A duração da fase larval de insetos enviados pelo correio foi, aproximadamente, 1,5 dia mais longa em relação àqueles do tratamento controle. Esse aumento na duração da fase larval foi decorrente de um prolongamento ocorrido no segundo instar, o qual apresentou diferença significativa quando comparado com o mesmo instar das larvas do tratamento controle, conforme resultado do teste de Tukey ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa para as comparações feitas para o primeiro ($F = 1,87$; $gl = 11$; $P > 0,05$) e terceiro ($F = 1,12$; $gl = 11$; $P > 0,05$) instares dos insetos transportados e daqueles mantidos no laboratório.

A sobrevivência das larvas pós- envio, ou seja, daquelas recuperadas após o transporte, foi relativamente elevada, embora tenha havido diferenças significativas entre os materiais utilizados como substrato (Tabela 4). O melhor resultado foi obtido com sabugo triturado, que proporcionou uma viabilidade superior a 98%, tanto para larvas transportadas como para aquelas mantidas em laboratório. O gérmen de trigo foi o substrato que ocasionou a menor viabilidade entre os materiais testados, inclusive no tratamento controle. A maior mortalidade ocasionada por esse material pode ser decorrente de sua superfície mais regular, fornecendo menores possibilidades de abrigo às larvas. Assim, embora as larvas tenham sido recuperadas, elas podem ter sido atacadas por

outras enquanto confinadas, e os danos ocasionados poderiam levá-las ao óbito, posteriormente. Conforme essa hipótese, uma larva aparentemente saudável poderia ser uma larva fatalmente ferida, que viria a morrer *a posteriori*.

Tabela 4 Porcentagem (\pm EP) de larvas vivas de *Chrysoperla externa* recuperadas após serem mantidas em laboratório (controle) e transportadas, em função do tipo de substrato utilizado nos recipientes de envio.

Substrato de envio	Controle	Pós envio
Sabugo triturado	98,0 \pm 0,53 aA	98,5 \pm 0,73 aA
Serragem	95,0 \pm 0,65 bA	97,5 \pm 0,82 aB
Casca de arroz	95,0 \pm 1,25 bA	96,0 \pm 1,25 bA
Vermiculita	94,5 \pm 3,18 bA	95,2 \pm 0,92 bA
Casca de café	98,5 \pm 0,33 aB	96,7 \pm 0,53 bA
Gérmen de trigo	91,5 \pm 3,40 cA	91,5 \pm 1,80 cA

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com análise de modelos lineares generalizados, ao nível de significância de 0,05.

Tanto nos testes de envio de ovos quanto de larvas, a duração do período embrionário e larval foi maior quando os insetos foram submetidos ao processo de transporte, em relação àqueles que permaneceram no laboratório (controle). O prolongamento dessas fases pode ter sido decorrente da variação térmica diurna/noturna durante o inverno, especialmente no mês de julho, quando o experimento foi realizado. Nesse período, as temperaturas em Lavras, MG, chegaram a oscilar entre 10 e 24°C (CLIMATEMPO, 2014). Amaral et al. (2013) observaram que ovos de *C. externa* de um, dois e três dias de idade tiveram seu desenvolvimento embrionário retardado, com duração de 17, 12 e 8 dias, respectivamente, quando mantidos a 12°C, temperatura superior ao limiar inferior para a sobrevivência de embriões de *C. externa* (MAIA; CARVALHO; SOUZA, 2000; FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2000).

Temperaturas abaixo de 25°C, mas acima do limiar inferior para a sobrevivência da espécie, ocasionam o aumento da duração do período embrionário de *C. externa* (FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2001). O período larval desse predador também sofre variações quando o inseto é submetido a diferentes temperaturas. Cardoso e Lazzari (2003) estudaram o tempo de desenvolvimento de larvas de *C. externa* alimentadas com *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae) a 15, 20 e 25°C e obtiveram 59,5, 22,3 e 10,9 dias, respectivamente.

A comercialização e envio de crisopídeos por empresas europeias e americanas, como a Arbico Organics®, Koppert Biological Systems® e Syngenta Bioline®, têm sido feitos nas fases de ovo, larva ou adultos. O envio de ovos tem a vantagem de estarem isentos do canibalismo, porém, se transportados por períodos mais longos, as larvas podem eclodir e buscarem umas às outras como alimento. Devido a essa possibilidade, O'Neil et al. (1998) recomendaram a liberação imediata dos ovos após o recebimento. Quando o envio for feito na fase de larva, elas devem ser acondicionadas em recipientes contendo material inerte, sendo indispensável a adição de ovos de uma presa alternativa (*S. cerealella* ou *A. kuehniella*, por exemplo) como alimento, cuidado que pode evitar ou reduzir o canibalismo e garantir o número de insetos adquiridos pelo comprador (TAUBER et al., 2000).

Empresas que comercializam larvas de crisopídeos, geralmente as vendem no segundo instar, pois, quando o comprador receber o produto, os insetos ainda estarão nesse mesmo instar ou já no terceiro. Essa estratégia é interessante, uma vez que esses estádios de desenvolvimento são responsáveis pelo consumo de mais de 90% de todo alimento ingerido na fase larval, independentemente do recurso alimentar disponibilizado (MURATA et al., 2006). A liberação de adultos também é recorrente, porém, menos utilizada devido a muitas espécies de crisopídeos apresentarem um período pré-

reprodutivo migratório, o que limita sua permanência na área liberada e a consequente não oviposição no local desejado (CARVALHO; SOUZA, 2009).

4 CONCLUSÕES

A comercialização de ovos de *C. externa* de dois dias de idade em curtas distâncias é viável quando transportados em recipientes contendo sabugo triturado, serragem, vermiculita ou gérmen de trigo, desde que sejam acondicionados apropriadamente em caixa de isopor.

Larvas de *C. externa* no final do primeiro instar e transportadas em recipientes contendo sabugo triturado e serragem apresentam elevada sobrevivência pós-envio, em curtas distâncias, sendo os substratos mais recomendados. Os recipientes devem ser acondicionados em caixa de isopor e ovos de *A. kuehniella* devem ser adicionados junto às larvas para fornecer alimento.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.
- AMARAL, B. B.; SOUZA, B.; BEZERRA, C. E. S.; SOUSA, A. L. V.; CARVALHO, C. F. Storing eggs of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) for management of large-scale rearing. **Açoreana**, Angra do Heroísmo, supl. 9, p. 103-109, 2013.
- ARBICO ORGANICS. Disponível em: <<http://www.arbico-organics.com/category/Green-Lacewings-chrysoperla-beneficial-insects>>. Acesso em: 07 jan. 2015.
- BIAGIONI, A.; FREITAS, S. Efeito de diferentes dietas sobre o desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysoperla defreitasi* Brooks (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 333-336, jun. 2001.
- CANARD, M. Natural food and feeding habits of lacewings. In: McEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A.E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. p. 116-129.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 57-75.
- CARDOZO, J. T.; LAZZARI, M. N. Development and consumption capacity of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed with *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae) under three temperatures. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 573-576, Dec. 2003.
- 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**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009. p. 77-115.
- CLIMA TEMPO. **Climatologia Lavras – MG**. [S.l: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.clima-tempo.com.br/climatologia/154/lavras-mg>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

COSTA, R. I. F.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; LORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, nesp. p. 1539-1545, dez. 2003.

DUELLI, P. Lacewings in field crops. In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 408-423.

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, mar./abr. 2000.

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, nesp., p. 1439-1450, 2002.

FLESchNER, C. A. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. **Hilgardia**, Berkeley, v. 20, p. 233-265, 1950.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, mar./abr. 2001.

KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS. Disponível em:
<<http://www.koppert.com/pests/aphid/products-against-aphids/detail/chrysopa-2/>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

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

MOCHIZUKI, A.; NAKA, H.; HAMASAKI, K.; MITSUNAGA, T. Larval cannibalism and intraguild predation between the introduced green lacewing, *Chrysoperla carnea*, and the indigenous trash-carrying green lacewing, *Mallada desjardinsi* (Neuroptera: Chrysopidae), as a case study of potential nontarget effect assessment. **Environmental Entomology**, College Park, v. 35, n. 5, p. 1298-1303, Oct. 2006.

MURATA, A. T.; CAETANO, A. C.; BORTOLI, S. A.; BRITO, C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 304-309, jul./set. 2006.

NEW, T. R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), With reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 127, n. 2, p. 115-140, 1975.

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

PINCIPI, M. M.; CANARD, M. F. H. In: CANARD, M.; SEMERIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 76-92.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Viena: R Core Team, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

ROJHT, H.; BUDIJA, F.; TRDAN, S. Effect of temperature on cannibalism rate between green lacewings (*Chrysoperla carnea* [Stephens], Neuroptera: Chrysopidae). **Acta Agriculturae Slovenica**, Slovênia, v. 93, n. 1, p. 5-9, May 2009.

SILVERS, G. S.; MORSE, J. G.; GRAFTON-CARDWELL, E. E. Quality assessment of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) producers in California. **Florida Entomologist**, v. 85, n. 4, p. 594-598, Dec. 2002.

SYNGENTA BIOLINE. Disponível em: <<http://www.syngenta.com/global/bioline/en/products/allproducts/pages/chrysoline-c.aspx>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

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. 47, n. 1, p. 24-50, Jan. 2000.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 57, p. 1-20, July, 2011.