



**CARLOS EDUARDO SOUZA BEZERRA**

***Chrysoperla externa* (Hagen): DIETAS  
ARTIFICIAIS NA ALIMENTAÇÃO LARVAL  
E CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (Gennadius)  
NA CULTURA DA MELANCIA**

**LAVRAS – MG**

**2014**

**CARLOS EDUARDO SOUZA BEZERRA**

***Chrysoperla externa* (Hagen): DIETAS ARTIFICIAIS NA ALIMENTAÇÃO  
LARVAL E CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) NA CULTURA  
DA MELANCIA**

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.

Orientadora  
Dra. Brígida Souza

**LAVRAS – MG  
2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Bezerra, Carlos Eduardo Souza.

*Chrysoperla externa* (Hagen) : dietas artificiais na alimentação larval e controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) na cultura da melancia / Carlos Eduardo Souza Bezerra. – Lavras : UFLA, 2014. 78 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.  
Orientador: Brígida Souza.  
Bibliografia.

1. Controle biológico inundativo. 2. Manejo integrado de pragas.  
3. Crisopídeo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.96

**CARLOS EDUARDO SOUZA BEZERRA**

***Chrysoperla externa* (Hagen): DIETAS ARTIFICIAIS NA ALIMENTAÇÃO  
LARVAL E CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) NA CULTURA  
DA MELANCIA**

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 23 de julho de 2014.

Dr. Elton Lucio Araujo	UFERSA
Dr. César Freire Carvalho	UFLA
Dr. Joop C. Van Lenteren	WAGENINGEN UNIVERSITY
Dra. Vanda Helena Paes Bueno	UFLA

Dra. Brígida Souza  
Orientadora

**LAVRAS – MG  
2014**

*Aos meus amigos e aos meus professores.*

**OFEREÇO**

*À minha amada tia, Prof<sup>a</sup>. Ângela Maria Carvalho Souza (in memoriam) que partiu prematuramente, mas deixou muitas lições e exemplos a serem seguidos.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a oportunidade de habitar esse mundo de forma plena e feliz.

À minha mãe, Tânia Maria Carvalho Souza, por ser a melhor mãe do mundo.

A Diego Souza Bezerra e Bruno Souza Bezerra, meus irmãos e melhores amigos.

À minha esposa, Dayse Kelly Filgueira da Costa Bezerra, pelo seu companheirismo, amor e infinita paciência.

A toda minha amada família, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

À Profa. Dra. Brígida Souza, mais que uma orientadora, uma grande amiga, que confiou a mim a execução deste árduo trabalho e colaborou, de maneira ímpar, com seus conhecimentos, sua paciência e suas sempre enriquecedoras sugestões.

Ao Prof. Dr. Elton Lucio Araujo, grande amigo que abriu as portas do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFRSA para a realização de valiosa etapa deste trabalho.

A Bruno Barbosa Amaral, Ewerton Marinho Costa, Guilherme Gonzaga Silva e Laíris Cunha Campos, pela constante ajuda e ótima amizade construída.

A todas as pessoas que integram o Laboratório de Entomologia da UFLA e o Laboratório de Entomologia Aplicada da UFRSA, por todo suporte oferecido.

À UFLA pela oportunidade do doutorado, a CAPES pela concessão da bolsa e à UFRSA pela parceria.

*"O homem de sucesso é aquele que viveu bem, riu muitas vezes e amou bastante; que conquistou o respeito dos homens inteligentes e o amor das crianças; que galgou uma posição respeitada e cumpriu suas tarefas; que deixou este mundo melhor do que encontrou, ao contribuir com uma flor mais bonita, um poema perfeito ou uma alma resgatada; que jamais deixou de apreciar a beleza do mundo ou falhou em expressá-la; que buscou o melhor nos outros e deu o melhor de si."*

Robert Louis Stevenson

## RESUMO GERAL

Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) têm sido associados a várias pragas agrícolas em diversos estudos, seja em laboratório ou por meio da sua liberação em casas de vegetação e campo. Espécies pertencentes ao gênero *Chrysoperla* são as mais estudadas e comercializadas por empresas na América do Norte e Europa. No Brasil, destaca-se a espécie *Chrysoperla externa*, com vários estudos sobre sua biologia, criação em laboratório e capacidade predatória. Porém, as larvas de *C. externa* são tradicionalmente alimentadas com ovos de presas alternativas, os quais possuem alto custo, fator que inviabiliza o uso desse predador em programas de controle biológico. Algumas dietas artificiais podem substituir essas presas alternativas, reduzindo os custos com alimentação. Dessa forma, o presente trabalho testou diferentes dietas artificiais para larvas de *C. externa*, avaliando seus efeitos, durante sete gerações e testou seu desempenho como agente biocontrolador da mosca branca *Bemisia tabaci* na cultura da melancia. Das três dietas artificiais testadas, observou-se que as larvas de *C. externa* podem ser criadas em duas delas, desde que sejam fornecidos ovos de *Anagasta kuehniella* no primeiro instar e as dietas artificiais somente no segundo e terceiro. A utilização do regime alimentar aqui proposto significa uma redução de 90% no consumo de ovos de *A. kuehniella*. Na utilização de *C. externa* no controle de *B. tabaci* em melancia, foram liberados ovos e larvas do predador, semanalmente, durante três semanas, sendo o efeito da última liberação acompanhado por mais uma semana. A liberação do predador foi feita em plantio comercial, sem interrupção do controle químico. Ao final das avaliações, observou-se que a liberação de ovos de *C. externa* reduziu em 80 e 85% o número de ovos e ninfas da mosca branca, respectivamente, em relação ao emprego exclusivo do controle químico. Quando liberadas larvas, essa redução foi de 93 e 98% no número de ovos e ninfas da mosca branca, respectivamente. Portanto, o uso de *C. externa*, no manejo integrado de *B. tabaci*, mostrou-se promissor e utilizando-se a dieta artificial aqui proposta, na sua produção em laboratório, pode-se conseguir alta redução de custos.

Palavras-chave: Controle biológico inundativo. Manejo integrado de pragas. Crisopídeo.

## GENERAL ABSTRACT

Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) have been associated to several agricultural pests in many studies, whether in laboratory or by means of its release in greenhouse or field. Species belonging to the genus *Chrysoperla* are the most studied and commercialized by companies in North America and Europe. In Brazil, the *Chrysoperla externa* species is highlighted, with many studies on its biology, laboratory rearing and predatory capacity. However, *C. externa* larvae are traditionally fed eggs from alternative prey, which present high costs, factor that prevents the use of this predator in biological control programs. Some artificial diets might substitute these alternative prey, reducing the feeding cost. Therefore, the present work tested different artificial diets for larvae of *C. externa*, evaluating its effects, during seven generations, and testing its performance as biocontrolling agent against the whitefly *Bemisia tabaci* in watermelon culture. From the three artificial diets tested, we observed that *C. externa* larvae could be reared in two of them, as long as *Anagasta kuehniella* eggs be provided to the first instar and the artificial diets only in the second and third instar. The use of the feeding regime proposed here means a reduction of 90% in *A. kuehniella* eggs. Regarding to the use of *C. externa* for controlling *B. tabaci* in watermelon culture, eggs and larvae of the predator were weekly released during three weeks, and the effect of the last release was accompanied by another week. The release of the predator was performed in commercial cultivation, without the interruption of chemical control. At the end of evaluations, it was observed that the release of eggs of *C. externa* reduced in 80 and 85% the number of eggs and nymphs of the whitefly, respectively, when compared to the exclusive use of chemical control. When releasing larvae, this reduction was of 93 and 98% in the number of whitefly eggs and nymphs, respectively. Therefore, the use of *C. externa* in the integrated management of *B. tabaci* was shown to be promising and, using the artificial diet proposed in this work, in its rearing in laboratory, a high reduction in cost might be achieved.

Keywords: Inundative biological control. Integrated pest management. Green lacewing.

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 10
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> ..... 13
<b>2.1</b>	<b>Crisopídeos e o controle biológico</b> ..... 13
<b>2.2</b>	<b>Criação de crisopídeos</b> ..... 14
<b>2.2.1</b>	<b>Criação de larvas</b> ..... 15
<b>2.2.2</b>	<b>Criação de adultos</b> ..... 17
<b>2.2.3</b>	<b>Controle de qualidade em criações de laboratório</b> ..... 18
<b>2.3</b>	<b>Liberação de crisopídeos para o controle de pragas</b> ..... 19
<b>2.4</b>	<b>Produção de melancia no Nordeste do Brasil</b> ..... 21
<b>2.4.1</b>	<b><i>Bemisia tabaci</i> associada à cultura da melancieira</b> ..... 22
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO</b> ..... 24
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 25
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b> ..... 33
	<b>ARTIGO 1 Nova dieta para larvas de <i>Chrysoperla externa</i></b> ..... 33
	<b>ARTIGO 2 Uso de <i>Chrysoperla externa</i></b> <b>(Neuroptera: Chrysopidae) no manejo integrado de</b> <b>(Hemiptera: Aleyrodidae) em plantio comercial de melancia</b> ..... 58

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

Crisopídeos pertencentes ao gênero *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) são os mais estudados em todo o mundo, com espécies comercializadas por várias empresas na América do Norte e Europa para o controle de pragas agrícolas. Diversos estudos têm mostrado a capacidade de supressão de pragas por meio da liberação de predadores desse gênero em casas de vegetação e campo (HASSAN, 1978; HAGLEY; MILES, 1987; HAGLEY, 1989; KLINGEN; JOHANSEN; HOFVANG, 1996). No Brasil, estudos sobre a biologia de crisopídeos restringem-se a poucas espécies, com destaque para *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), visando a sua inclusão em programas de controle biológico (FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2000).

Nas criações de crisopídeos, as larvas são, tradicionalmente, alimentadas com ovos de presas alternativas, entretanto, o alto custo desses ovos inviabiliza a produção e o uso desses inimigos naturais em programas de controle biológico. Porém, os adultos de espécies do gênero *Chrysoperla* podem ser alimentados com lêvedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1, o que proporciona elevada produção de ovos. Dessa forma, pode-se considerar que um dos entraves econômicos, na produção de crisopídeos, refere-se à alimentação das larvas.

Algumas dietas artificiais que substituam o fornecimento de ovos como presas alternativas a larvas de crisopídeos e reduzam os custos de produção foram desenvolvidas com sucesso para algumas espécies (COHEN; SMITH, 1998; LEE; LEE, 2005, SYED; ASHFAQ; AHMAD, 2008). Entretanto, a utilização dessas e de outras dietas em criações comerciais é desconhecida, provavelmente, pelo sigilo das companhias com relação aos seus processos de produção.

Quanto à criação de adultos no Brasil, estas são mantidas em nível didático, visando à produção de insetos para pesquisas. Sendo assim, poucos estudos têm sido feitos no sentido de melhorar a produção. Porém, em nível mundial, muitos estudos envolvendo a otimização das criações têm sido desenvolvidos (KARELIN; YAKOVCHUK; DANU, 1989; ARAÚJO; BICHÃO, 1990; NORDLUND; CORREA, 1995a; NORDLUND; CORREA, 1995b; ASHFAQ; NASREEN; CHEEMA, 2004; SATTAR; ABRO, 2011).

Para sua utilização em programas de controle biológico, os crisopídeos são comumente liberados nas fases de ovo ou larva, visto que, na fase adulta, há uma grande probabilidade de que abandonem a área alvo antes de ovipositarem suficientemente (NORDLUND; COHEN; SMITH, 2001). Alguns experimentos conduzidos em campo não utilizam técnicas avançadas de liberação, sendo os ovos ou larvas depositados, manualmente, nas plantas ou com o auxílio de técnicas bastante simples. Entretanto, alguns autores propõem a mecanização da criação e/ou liberação em campo (GARDNER; GILES, 1996; GARDNER; GILES, 1997; SENGONCA; LÖCHTE, 1997; WUNDERLICH; GILES, 1999; WOOLFOLK et al., 2007).

No Brasil, programas de controle biológico, utilizando a liberação de crisopídeos, visando à supressão de pragas em campo e em cultivos protegidos é restrita, embora diversos autores tenham verificado uma alta eficiência desses predadores em condições de laboratório (SCOMPARIN, 1997; FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2000; FIGUEIRA; LARA, 2004; MAIA et al., 2004; PESSOA; SOUZA; SILVA, 2004; RIBEIRO et al., 2007; BARBOSA et al., 2008). A otimização da criação de crisopídeos, em termos de redução nos custos de produção e no tempo dedicado à manutenção das criações, além de testes de eficiência do predador em condições de campo, possibilitará uma maior inserção desses predadores em programas de controle biológico e manejo integrado de pragas.

No presente trabalho avaliou-se o fornecimento de dieta artificial para larvas de *C. externa*, avaliando seus efeitos, durante sete gerações, e testou-se o desempenho desse predador como agente biocontrolador da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em áreas de produção de melancia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Crisopídeos e o controle biológico

Os crisopídeos pertencem à Ordem Neuroptera, Superfamília Hemerobioidea e Família Chrysopidae, a qual possui um significativo número de gêneros relatados para a região Neotropical. Entre estes estão: *Chrysoperla* Steinmann 1964, *Ceraeochrysa* Adams, 1982, *Plesiochrysa* Adams, 1982, *Chrysopodes* Navás, 1913, *Leucochrysa* McLachlan, 1868, *Loyola* Navás, 1913, *Nacarina* Navás, 1915, *Meleoma* Fitch, 1855, *Vieira* Navás, 1913, *Berchmansus* Navás, 1913, *Gonzaga* Navás, 1913 (BROOKS; BARNARD, 1990; FREITAS, 2001; TAUBER; ALBUQUERQUE; TAUBER, 2012), *Ungla* Navás, 1914 (MONSERRAT; FREITAS, 2005; FREITAS, 2007), *Santocellus* Tauber, 2008 (TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2008) e *Titanochrysa* Sosa & Freitas, 2012 (SOSA; FREITAS, 2012).

A tribo Chrysopini Schneider, 1851, é a mais bem representada na entomofauna brasileira e nela está situado o gênero *Chrysoperla* (FREITAS; PENNY, 2001; FREITAS, 2003; FREITAS, 2007). Esse gênero é o mais estudado em todo o mundo e possui espécies comercializadas por várias empresas na América do Norte e Europa visando ao controle de pragas em cultivos agrícolas, especialmente, pulgões (Hemiptera: Aphididae), ácaros (Acari) e moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae). As espécies *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), ambas de origem holoártica, têm sido as mais estudadas e utilizadas atualmente no controle biológico. Pelos resultados de vários trabalhos têm-se mostrado a capacidade de supressão de pragas por meio de liberações desses predadores em casa de vegetação e campo (HAGLEY, 1989; HAGLEY; MILES, 1987;

HASSAN, 1978; KLINGEN; JOHANSEN; HOFVANG, 1996; TAUBER et al., 2000).

No Brasil, estudos avançados sobre a biologia de crisopídeos restringem-se a poucas espécies, com destaque para *C. externa*, visando a sua inclusão nos programas de controle biológico e manejo integrado de pragas (AUN, 1986; RIBEIRO, 1988; FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2009; BARBOSA et al., 2008; PESSOA; FREITAS; LOUREIRO, 2013). Em plantios de melancia, *Citrullus lanatus* (Thunb.) (Cucurbitaceae), não há registros da ocorrência de espécies de Chrysopidae, porém, em cultivos de melão, que geralmente compartilha a mesma área, tratos culturais, pragas e doenças com a melancieira, são relatadas *Ceraeochrysa sanchezi* (Navás, 1924), em Assu, RN (FREITAS; PENNY, 2001), *Chrysoperla genanigra* Freitas (2003), em Mossoró, RN (FREITAS, 2003), e *C. externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861), também, em Mossoró, RN (BEZERRA, 2010).

## 2.2 Criação de crisopídeos

Finney (1948) foi o pioneiro no desenvolvimento de técnicas para produção de crisopídeos, criando larvas de *Chrysopa californica* (Coquillett, 1890) (= *C. carnea*) em recipientes de madeira de 101,60 x 152,40 x 3,05 cm, contendo, internamente, vários compartimentos feitos com compensado de pinus. O alimento fornecido às larvas eram ovos da traça da batata, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (= *Gnorimoschema operculella*) (Lepidoptera: Gelechiidae), que proporcionavam uma viabilidade próxima de 50% de casulos em cada recipiente. Os adultos eram criados em um cilindro de papelão de 17,78 cm de altura por 17,15 cm de diâmetro, com as paredes forradas com papel e a parte superior vedada com gaze. A alimentação era à base de mel e de “honeydew” da cochonilha *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera:

Pseudococcidae). Após mais de meio século, muito progresso foi alcançado nos métodos de criação de crisopídeos, otimizando a produção em termos de redução de mão-de-obra, custos operacionais e qualidade dos insetos produzidos.

### 2.2.1 Criação de larvas

O desenvolvimento larval dos crisopídeos consta de três instares, nos quais as larvas são predadoras e apresentam canibalismo, predando ovos, larvas e pupas da mesma espécie (CANARD; PRINCIPI, 1984; COSTA et al., 2003). As larvas, logo após a eclosão, podem preda ovos da mesma postura que estariam a eclodir e, na falta de alimento, outras larvas recém-eclodidas. Sob condições de confinamento, a predação intraespecífica continua, durante os estádios subsequentes, podendo reduzir em até 30% o número de pupas obtidas, as quais, também, sofrem predação pelas larvas que empupam tardiamente (COSTA et al., 2003).

Em criações de crisopídeos, as larvas são, tradicionalmente, alimentadas com ovos de presas alternativas, em geral *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), adquiridos a preços que giram em torno de R\$ 3.500,00/Kg de ovos, no Brasil (Comunicação pessoal: BUG Agentes Biológicos, 2013), e entre US\$ 800,00 e US\$ 1.200,00/Kg, nos Estados Unidos (DE CLERCQ, 2008). Com base nesses valores, em uma criação de *C. externa*, cuja larva consome 43mg de ovos de *A. kuehniella* para completar seu desenvolvimento (BORTOLI et al., 2006), serão gastos, somente com alimentação, R\$ 0,15 para a produção de um crisopídeo adulto. Para os adultos, uma vez que *C. externa* não é predadora nessa fase, Ribeiro (1988) afirma que lêvedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1 e água destilada adicionada até a obtenção de uma consistência pastosa, proporciona elevada produção de ovos. Dessa forma, pode-se considerar que um

dos entraves econômicos na produção de crisopídeos se dá na alimentação das larvas.

Algumas dietas artificiais que substituam o fornecimento de ovos de presas alternativas a larvas de crisopídeos e reduzam os custos de produção foram desenvolvidas e testadas com sucesso para algumas espécies (COHEN; SMITH, 1998; LEE; LEE, 2005; SYED; ASHFAQ; AHMAD, 2008), principalmente, do gênero *Chrysoperla*. Entre elas destaca-se a dieta elaborada por Cohen e Smith (1998), com composição 100% livre de insetos e com notável sucesso no desenvolvimento de *C. rufilabris* por 15 gerações consecutivas. Syed, Ashfaq e Ahmad (2008) forneceram apenas fígado de frango a larvas de *C. carnea* e obtiveram resultados promissores, entretanto, não foi testado o efeito dessa dieta no decorrer das gerações. A utilização dessas e de outras dietas em criações comerciais é desconhecida, provavelmente, pelo sigilo das companhias com relação ao processo de produção.

Além da dieta, a unidade de criação de larvas é um quesito essencial. A individualização dos ovos, apesar de mais laboriosa, evita o canibalismo e aumenta a viabilidade larval. Gardner e Giles (1997) e McEwen et al. (1999) utilizaram métodos similares e obtiveram resultados satisfatórios, os quais consistiam no uso de placas, contendo vários compartimentos vazados nas partes superior e inferior, fechadas com tecido de nylon para garantir a aeração. Ashfaq, Nasreen e Cheema (2004) individualizaram ovos de *C. carnea* no interior de cápsulas de gelatina com capacidade para 60 mg, juntamente com a quantidade necessária de ovos de *S. cerealella* para que as larvas eclodidas atingissem a fase de pupa. Com essa metodologia obtiveram 76% de viabilidade para a fase larval.

### 2.2.2 Criação de adultos

No Brasil, não existe produção de crisopídeos em larga escala, e as criações são mantidas para fins didático e/ou visando à produção de insetos para pesquisas. Sendo assim, poucos estudos têm sido feitos no sentido de se incrementar a produção, a qual é, geralmente, mantida em unidades de criação cilíndricas confeccionadas em cloreto de polivinila (PVC) de 10 a 20 centímetros de diâmetro, e altura de 21 centímetros. Essas unidades têm seu interior forrado com papel filtro ou sulfite, como substrato de oviposição, e fechadas na face inferior com tecido do tipo “organza” e no topo com tecido “voile”. A coleta de ovos é feita pela remoção do papel filtro ou sulfite, o que requer a transferência dos adultos para outra unidade de criação, realizando, nesse momento, a higienização e troca de alimento (FREITAS, 2001; CARVALHO; SOUZA, 2009).

Nordlund e Correa (1995a) e Nordlund e Correa (1995b) desenvolveram diferentes métodos para coleta dos ovos produzidos por *C. carnea*, além de uma gaiola cúbica que, segundo os autores, melhorou, significativamente, a produtividade e o aproveitamento de espaço no laboratório. Araújo e Bichão (1990), também, adotaram um modelo cúbico para as unidades de criação e adicionaram um sistema de troca facilitada do substrato de oviposição, o qual não exigia a remoção dos adultos para outra unidade para se proceder à coleta dos ovos ou para higienização e alimentação dos insetos. Além disso, adicionaram uma câmara de emergência com um sistema automatizado de contagem dos adultos emergidos. Esse aumento na produtividade e aproveitamento de espaço corroboram os estudos de Karelin, Yakovchuk e Danu (1989), que afirmam que o uso de unidades de criação retangulares gera um incremento de 27 a 30% na produção de ovos, em comparação com unidades cilíndricas.

Os estudos mais recentes continuam a enfatizar as vantagens das unidades de criação cúbicas transparentes. Ashfaq, Nasreen e Cheema (2004) utilizaram gaiolas de acrílico transparentes com substrato de oviposição no teto da unidade. Os autores citam como maior vantagem a não necessidade de transferência dos adultos para outro recipiente, evitando o uso de qualquer dispositivo a vácuo ou dióxido de carbono (anestesia) no manuseio e a redução do tempo de manutenção. Os autores adicionaram, também, furos para ventilação e a instalação de um ventilador para renovação do ar no interior da unidade. Nessa mesma linha, Sattar e Abro (2011) testaram unidades de criação cúbicas de acrílico, vidro e madeira e concluíram que o melhor material, em termos de tempo para coleta de ovos, fornecimento de alimento, limpeza e menor deriva da oviposição (ovos depositados nas paredes da unidade, fora do substrato), foi o vidro.

São escassos os estudos sobre a densidade de casais a serem mantidos por unidade de criação. Carvalho (1994) afirma que, para *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972), são necessários 110cm<sup>3</sup> por casal para que a oviposição não seja negativamente afetada. Costa (2002) investigou o efeito da densidade de casais na unidade de criação sobre o número de ovos produzidos, variando de 1 a 9 casais em unidades cilíndricas com volume de 785 cm<sup>3</sup> e verificou não haver diferenças na produção de ovos, sendo a unidade de 9 casais, a mais eficiente, pelo menor espaço ocupado e redução na mão de obra.

### **2.2.3 Controle de qualidade em criações de laboratório**

A maior preocupação na produção em larga escala de agentes entomófagos, principalmente quando esses inimigos naturais são criados em hospedeiros/presas alternativos (as) ou em dieta artificial, é a manutenção da

qualidade desses indivíduos, bem como a busca por métodos eficientes para a verificação dessa qualidade (SORATI; NEWMAN; HOFFMANN, 1996).

De acordo com Thompson e Hagen (1999), o principal fator a ser considerado no controle de qualidade de insetos produzidos para fins de controle biológico, é o seu desempenho contra a praga alvo. Apesar disso, Grenier e De Clercq (2003) afirmaram que muito poucos estudos foram feitos com inimigos naturais criados artificialmente; os autores apresentaram uma lista de parâmetros a serem avaliados em insetos produzidos em laboratório, os quais incluem quesitos morfológicos (tamanho, peso, ocorrência de anormalidades), de desenvolvimento e reprodução (duração de estágios, sobrevivência, razão sexual, fatores inerentes à reprodução, longevidade), comportamentais (predação/parasitismo, locomoção, localização da presa/hospedeiro), além de fatores genéticos e hormonais.

Em predadores, os efeitos de dietas artificiais têm se mostrado, em muitas avaliações, insignificantes, não interferindo nos atributos referentes à sua capacidade predatória e tempos de busca e manuseio, mesmo após inúmeras gerações produzidas em laboratório sobre essas dietas (DE CLERCQ; DEGHEELE, 1993; COHEN, 2000). Em trabalhos com dietas artificiais para crisopídeos, não se observa um padrão quanto aos critérios para avaliação da qualidade dos predadores obtidos. Muitas vezes, o acompanhamento das gerações produzidas nessas dietas é inexistente (SYED; ASHFAQ; AHMAD, 2008), ou quando feito, não são observados os efeitos de tais dietas no desempenho do predador sobre suas presas naturais (COHEN; SMITH, 1998).

### **2.3 Liberação de crisopídeos para o controle de pragas**

A produção massal de inimigos naturais tem apresentado um grande progresso nos últimos anos, com um significativo aumento no número de insetos

produzidos, na quantidade de espécies disponíveis e evolução dos métodos de criação (VAN LENTEREN; TOMMASINI, 2003).

Os crisopídeos são comumente liberados nas fases de ovo ou larva, visto que, na fase adulta, há uma grande probabilidade de que abandonem a área alvo antes de ovipositarem suficientemente (NORDLUND; COHEN; SMITH, 2001). A maioria dos experimentos conduzidos em campo não apresenta qualquer tecnologia de aplicação, sendo os ovos ou larvas, depositados manualmente nas plantas ou com o uso de um pincel. Os ovos, também, podem ser liberados em recortes dos próprios substratos de oviposição, aos quais pode ser aderido o alimento inicial das larvas eclodidas. Podem, ainda, ser espalhados a lanço em mistura com um substrato inerte, como vermiculita, casca de arroz ou pó de serra (HAGLEY, 1989; GOOLSBY; KINDT; OSBORNE, 2000; NORDLUND; COHEN; SMITH, 2001).

Algumas tecnologias têm sido desenvolvidas nas últimas duas décadas, visando à mecanização da liberação de crisopídeos, principalmente na fase de ovo. Gardner e Giles (1996) mecanizaram a distribuição de ovos e larvas de *C. rufilabris* misturados em vermiculita, sem significativa mortalidade. Porém, Nordlund, Cohen e Smith (2001) citam como desvantagem dos carreadores sólidos, a baixa retenção dos insetos na planta, enquanto carreadores líquidos ajudam na fixação dos ovos liberados.

Wunderlich e Giles (1999) testaram um carreador líquido (BioCarrier, Smuckers Mfg., Harrisburg, OR), para adesão de ovos de crisopídeos nas plantas, comparando-o com o uso de água, bem como o efeito destas aplicações realizadas manualmente ou de forma tratorizada. Concluíram que, apesar do carreador promover a adesão de um número significativamente maior de ovos às plantas, ocasionou uma redução na eclosão em comparação com o uso de água. Concluíram, também, que a aplicação mecanizada reduziu a eclosão quando comparada com a manual, embora esta última seja muito mais laboriosa.

A liberação aérea de crisopídeos é uma alternativa que pode ser considerada. Grossman (1990) afirma que um helicóptero é capaz de liberar ovos de crisopídeos em 200 acres em 30 minutos. Nordlund, Cohen e Smith (2001) citam um aeromodelo radiocontrolado, desenvolvido pela Arizona Biological Control Inc. (ARBICO), nomeado B.I.R.D. (Beneficial Insect Release Device), o qual é capaz de cobrir 50 acres em 10 minutos com ovos de crisopídeos.

Com relação à eficiência dessas liberações, Tauber et al. (2000) ressaltam que em campo, predadores introduzidos podem tornar-se presas em diversas situações de relação intraguilada. Em sistemas fechados, como casas de vegetação, a ocorrência de predadores naturais é reduzida, diminuindo drasticamente as relações predador-predador, o que justifica o sucesso de várias espécies de *Chrysoperla* nessas situações.

No Brasil, programas de controle biológico, utilizando a liberação de crisopídeos, visando à supressão de pragas em campo é inexistente e, mesmo em cultivos protegidos é restrita, embora diversos autores tenham verificado uma alta eficiência desses predadores como agentes biocontroladores em condições de laboratório (SCOMPARIN, 1997; FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2000; FIGUEIRA; LARA, 2004; MAIA et al., 2004; PESSOA; SOUZA; SILVA, 2004; RIBEIRO et al., 2007; BARBOSA et al., 2008).

#### **2.4 Produção de melancia no Nordeste do Brasil**

A melancieira (*Citrullus lanatus*) é uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, onde, em 2012, foram produzidas 2.079.547 t dessa olerícola. Os estados do Rio Grande do Sul (RS) (343.365 t), Goiás (GO) (272.949 t), Bahia (BA) (260.120t), São Paulo (SP) (203.960 t) e Rio Grande do Norte (RN) (128.461t) foram os maiores produtores nacionais de melancia em

2012 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014). Portanto, a região Nordeste foi a principal produtora, respondendo por mais de 30% da produção. No Rio Grande do Norte, com destaque ao agropolo Assu/Mossoró, o cultivo da melancia é praticado tanto por pequenos e médios produtores, como também por grandes empresas, sendo a produção destinada ao mercado nacional e internacional (GRANGEIRO et al., 2005).

Dentre os fatores limitantes da produção de melancia nas áreas de produção, destaca-se o ataque de insetos praga, especialmente a mosca branca *B. tabaci* e a mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) em razão dos danos diretos e indiretos que ocasionam à cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; MICHEREFF FILHO; GUIMARÃES; LIZ, 2010).

#### **2.4.1 Bemisia tabaci associada à cultura da melancia**

Durante seu cultivo comercial, a melancia pode ser acometida por severos problemas de ordem fitossanitária, dentre os quais se destaca o ataque da mosca branca *B. tabaci* como um dos principais entraves à produção de melancia em virtude dos danos diretos e indiretos que ocasionam à cultura (LIMA et al., 2000; ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; MICHEREFF FILHO; GUIMARÃES; LIZ, 2010). A mosca branca ocasiona danos diretos, durante o processo de alimentação, e indiretos pela transmissão de fitovírus (BROWN; BIRD, 1992; AUAD et al., 2007). Além disso, as fezes adocicadas da praga podem servir como substrato ao desenvolvimento da fumagina, fungo que prejudica a capacidade fotossintética da planta (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Diante do ataque da praga à melancia, torna-se imprescindível a adoção de estratégias de controle para manutenção da sanidade da cultura, assegurando a produção e qualidade dos frutos. Nesse cenário, o uso de

inseticidas é o método mais utilizado no controle de *B. tabaci* em áreas de produção de melancia no Brasil (MICHEREFF FILHO; GUIMARÃES; LIZ, 2010). No entanto, são inúmeros os relatos de casos de resistência da mosca branca a inseticidas no mundo (BUTLER JÚNIOR et al., 1993; PALUMBO; HOROWITZ; PRABHAKER, 2001), o que tem dificultado o manejo da praga e estimulado a realização de pesquisas visando desenvolver e inserir estratégias alternativas de controle, como, por exemplo, o uso do controle biológico.

### 3 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que a utilização de *C. externa* apresenta-se como uma alternativa promissora no controle de diversas pragas em várias culturas e que a redução dos custos em sua produção constitui importante etapa no processo de adoção desse predador em programas de controle biológico e manejo integrado de pragas. Na cultura da melancia, pode ser uma ferramenta a ser adotada no controle de *B. tabaci*, uma vez que se mostra eficiente no controle dessa praga em outras culturas. Entretanto, os fatores limitantes à produção massal a baixo custo, principalmente alimentação larval, aliado a estudos de eficiência em campo, tornam-se indispensáveis para a recomendação e uso de *C. externa* em futuros programas de controle biológico.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. **A cultura da melancia**. 2. ed. Brasília: Embrapa Meio-Norte, 2007.
- 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.
- ASHFAQ, M.; NASREEN, A.; CHEEMA, G. M. Advances in mass rearing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **South Pacific Studies**, South Pacific, v. 24, n. 2, p. 47-53, 2004.
- AUAD, A. M. et al. 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.
- AUN, V. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1986. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirós", Piracicaba, 1986.
- BARBOSA, L. R. et al. Eficiência de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) no controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em pimentão (*Capsicum annum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1113-1119, jul./ago. 2008.
- BEZERRA, C. E. S. et al. Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) associated with melon crop in Mossoró, Rio Grande do Norte State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 454-455, May/June 2010.
- BORTOLI, S. A. et al. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 145–152, jan./jul. 2006.
- BROOKS, S. J.; BARNARD, P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin British Museum Natural History. Entomology**, London, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

BROWN, J. K.; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in Americas and the Caribbean Basin. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 3, p. 220-225, 1992.

BUTLER JÚNIOR, G. D. et al. Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly: (Homoptera: Aleyrodidae). **The Florida Entomologist**, Flórida, v. 76, n. 1, p. 161-167, 1993.

CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p. 57-149.

CARVALHO, C. F. **Analyse des éléments du potentiel reproducteur en vue de 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. Cap. 3, p. 77-115.

COHEN, A. C. Feeding fitness and quality of domesticated and feral predators: effects of long-term rearing on artificial diet. **Biological Control**, Orlando, v. 17, n. 1, p. 50-54, Jan. 2000.

COHEN, A. C.; SMITH, L. K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. **Biological Control**, Orlando, v. 13, n. 1, p. 49-54, Jan. 1998.

COSTA, R. I. F. **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.

COSTA, R. I. F. et al. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, nesp, p. 1539-1545, dez. 2003.

DE CLERCQ, P. Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. In: CAPINERA, J. L. (Ed.). **Encyclopedia of entomology**. 2. ed. Flórida: Springer, 2008. p. 1133-1136.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Quality assessment of the predatory bugs *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) after prolonged rearing on a meat-based artificial diet. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 133–139, 1993.

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com ovos de *Alabama argillaceae* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 2, n. 24, p. 319-326, 2000.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M. Relação predador:presa de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle do pulgão-verde em genótipos de sorgo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 447-450, jul./ago. 2004.

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

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

FREITAS, S. *Chrysoperla* Steinmann, 1864 (Neuroptera: Chrysopidae): descrição de uma nova espécie do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 385-387, jul./set. 2003.

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

FREITAS, S. Ocorrência de *Ungla* Navás (Neuroptera, Chrysopidae) no Brasil e descrição de nova espécie. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 51, n. 4, p. 413-415, dez. 2007.

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.

GARDNER, J.; GILES, K. Handling and environmental effects on viability of mechanically dispensed green lacewing eggs. **Biological Control**, Orlando, v. 7, n. 2, p. 245-250, Oct. 1996.

GARDNER, J.; GILES, K. Mechanical distribution of *Chrysoperla rufilabris* and *Trichogramma pretiosum*: survival and uniformity of discharge after spray dispersal in an aqueous suspension. **Biological Control**, Orlando, v. 8, n. 2, p. 138-142, Feb. 1997.

GOLDSBY, R. A.; KINDT, T. J.; OSBORNE, B. A. **Immunology**. 4. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2000.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, abr./jun. 2005.

GRENIER, S.; DE CLERCQ, P. Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. 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. 115-131.

GROSSMAN, J. Biological control takes off. **Agrichemical Age**, Lindgren, v. 18, p. 12-15, Oct. 1990.

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, Apr. 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, Apr. 1987.

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**, Germany, v. 8, n. 2, p. 118-123, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola 2012**. Brasília: IBGE, 2014. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/est3atistica/economia/pam/2012/default\\_pdf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/est3atistica/economia/pam/2012/default_pdf.shtm)>. Acesso em: 10 jun. 2014.

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.

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. 3, p. 363-637, May 1996.

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.

LIMA, L. H. C. et al. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 781-795, Dec. 2000.

MAIA, W. J. M. S. et al. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, nov./dez. 2004.

MCEWEN, P. K. et al. 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, June 1999.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. **Pragas da melancia e seu controle**. Brasília: Embrapa, 2010.

MONSERRAT, V.; FREITAS, S. Contribución al conocimiento de los crisópidos de Coquimbo, Patagonia y Tierra del Fuego (Argentina, Chile) (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae). **Graellsia**, Madrid, v. 61, n. 2, p. 163-179, 2005.

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, p. 179-188, 1995b.

PALUMBO, J. C.; HOROWITZ, A. R.; PRABHAKER, N. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 739-765, Nov. 2001.

PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. de S. Potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): efeito da proporção sexual e período de acasalamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 57-61, 2013.

PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; SILVA, M. G. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) criado em quatro cultivares de algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 197-202, 2004.

RIBEIRO, L. J. et al. Predação da lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 100-105, abr./jun. 2007.

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

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

SCOMPARIN, C. H. J. **Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em seringueira e seu potencial no controle biológico do percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) (Hemiptera: Tingidae)**. 1997. 147 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1997.

SENGONCA, C.; LÖCHTE, C. Development of a spray and atomizer technique for applying eggs of *Chrysoperla carnea* (Stephens) in the field for biological control of aphids. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v. 104, n. 3, p. 214-221, 1997.

SORATI, M.; NEWMAN, M.; HOFFMANN, A. A. Inbreeding and incompatibility in *Trichogramma nr. brassicae*: evidence and implications for quality control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 78, n. 3, p. 283–290, Mar. 1996.

SOSA, F.; FREITAS, S. A new genus of neotropical chrysopini (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa**, v. 3351, p. 1-14, June 2012.

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

TAUBER, C. A.; ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, M. J. Three new brazilian species of *Chrysopodes* (Neuroptera: Chrysopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 10, n. 5, p. 638-663, Sept. 2012.

TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J.; ALBUQUERQUE, G. S. A new genus and species of green lacewings from Brazil (Neuroptera: Chrysopidae: Leucochrysinini). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 101, n. 2, p. 314-326, 2008.

TAUBER, M. J. et al. Commercialization of predators: recent lesson from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). **American Entomologist**, Lanham, v. 47, n. 1, p. 24-50, 2000.

THOMPSON, S. N.; HAGEN, K. S. Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. In: BELLOWS, T. S.; FISHER, T. W. (Ed.). **Handbook of biological control: principles and applications**. San Diego: Academic Press, 1999. p. 59–652.

VAN LENTEREN, J. C.; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: Cabi Publishing, 2003. Chap. 12, p. 181-189.

WOOLFOLK, S. W. et al. Multiple orifice distribution system for placing green lacewing eggs into vertical larval rearing units. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 283-290, Apr. 2007.

WUNDERLICH, L. R.; GILES, K. Field assessment of adhesion and hatch of *Chrysoperla* eggs mechanically applied in liquid carriers. **Biological Control**, Orlando, v. 14, n. 3, p. 159-167, 1999.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

**ARTIGO 1 Nova dieta para larvas de *Chrysoperla externa***

Carlos Eduardo Souza Bezerra<sup>1</sup>

Bruno Barbosa Amaral<sup>1</sup>

Brígida Souza<sup>2</sup>

**Normas da revista *Biological Control* (versão preliminar em português)**

---

<sup>1</sup> Doutorando em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

<sup>2</sup> Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

## RESUMO

No presente trabalho foram testadas três dietas artificiais para larvas de *Chrysoperla externa*, uma das quais, composta basicamente por três ingredientes, é nova e apresentada neste trabalho. A escolha das dietas levou em consideração a facilidade de aquisição dos ingredientes, facilidade de preparação e o custo. Objetivou-se tornar a produção desse predador mais competitiva para que possa ser inserido em programas de controle biológico e de manejo integrado de pragas nas diversas culturas em que ele ocorre. As dietas artificiais que permitiram o desenvolvimento satisfatório de *C. externa* foram acompanhadas durante sete gerações, com avaliações na primeira, quarta e sétima. Indivíduos dessa última geração foram liberados em casa de vegetação visando ao controle de *Aphis gossypii*, como um dos critérios de avaliação da qualidade dos insetos produzidos. Observou-se que duas das três dietas artificiais testadas foram viáveis para a produção do predador, ambas à base de fígado de frango. Uma delas (a nova dieta aqui apresentada) não diferiu do controle (que consistiu de ovos de *A. kuehniella*) quanto ao número e viabilidade dos ovos produzidos, sobrevivência nas fases imaturas e adulta, causando, porém, um prolongamento de aproximadamente dois dias na duração das fases imaturas. As dietas à base de fígado de frango não afetaram o tamanho dos adultos produzidos, e tampouco foi observada qualquer influência ao longo das gerações ou sobre as características predatórias de *C. externa*. Os resultados obtidos demonstram que *C. externa* pode ser criada com sucesso na dieta artificial proposta, o que significa uma redução de 90% na utilização de ovos de *A. kuehniella*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dietas artificiais. Criação massal. Crisopídeo. Controle biológico. Entomologia agrícola.

## ABSTRACT

In this work, we tested three artificial diets for larvae of *Chrysoperla externa*, one of which, composed of three ingredients, is new and presented here. The choice of diets took into consideration the ease of acquisition of ingredients, ease of preparation and cost. The aim was to make production of this predator more competitive so it can be inserted in biological control and integrated pest management in the different crops in which it occurs programs. The artificial diets that allowed the satisfactory development of *C. externa* were followed for seven generations, with evaluations in the first, fourth and seventh. Individuals of this last generation were released in greenhouse aiming to control *Aphis gossypii*, in order to assess the quality of the insects produced. It was noted that two of the three artificial diets tested, were feasible for producing the predator, both based on chicken liver. One of them (the new diet presented here) did not differ from control (which consisted of eggs of *Anagasta kuehniella*) in the number and viability of eggs produced and survival in the immature and adult stages, however, caused a prolongation of approximately two days in the duration of the immature stage. The diets based on chicken liver did not affect the size of adults produced, nor influenced the development over the generations or the predatory characteristics of *C. externa*. The results demonstrate that *C. externa* can be successfully reared in the artificial diets proposed, which means a 90% reduction in the use of eggs of *A. kuehniella*.

**KEYWORDS:** Artificial diets. Mass rearing. Green lacewing. Biological control. Agricultural Entomology.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos envolvendo a criação de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) datam da década de 1940. Finney (1948) criou larvas de *Chrysopa californica* (Coquillett) (= *Chysoperla carnea* [Stephens]) em recipientes de madeira contendo vários compartimentos internos feitos com compensado de pinus. As larvas foram alimentadas com ovos da traça da batata, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (= *Gnorimoschema*) (Lepidoptera: Gelechiidae), e os adultos com mel e “honeydew” da cochonilha *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae).

Após mais de sessenta anos, muitas modernizações foram feitas nos métodos de criação de crisopídeos, otimizando a produção em termos de redução de mão-de-obra, custos operacionais e qualidade dos insetos produzidos. *Chrysoperla carnea* e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) têm sido as espécies de crisopídeo mais estudadas e utilizadas atualmente no controle biológico. Vários trabalhos já mostraram a capacidade de controle populacional de pragas por meio de liberações desses predadores em casa de vegetação e campo (Hassan, 1978; Hagley e Miles, 1987; Hagley, 1989; Klingen et al., 1996).

No Brasil, a espécie que tem se destacado é *Chrysoperla externa* (Hagen), sobre a qual têm convergido muitos estudos sobre sua biologia e criação para inclusão em programas de controle biológico e manejo integrado de pragas (Albuquerque et al., 1994; Figueira et al., 2000; Costa et al., 2003; Figueira e Lara, 2004; Bortoli et al., 2006). Porém, as criações de *C. externa* são mantidas apenas a nível didático e/ou visando à produção de insetos para pesquisas. Portanto, poucos estudos têm sido feitos no sentido de melhorar a metodologia de produção, cujo maior entrave se dá na fase de larva, a qual

apresenta três instares nos quais é requerido o fornecimento de uma presa para que o desenvolvimento seja completado (Canard e Principi, 1984; Tauber et al., 2000). A manutenção dos adultos é uma etapa menos dispendiosa, uma vez que podem ser mantidos com uma mistura de mel e levedo de cerveja (Carvalho e Souza, 2009).

Em laboratório, larvas de diversas espécies de crisopídeos são tradicionalmente alimentadas com presas alternativas, a exemplo de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), que possuem custo elevado, alcançando o valor de US\$ 1000,00/kg, nos Estados Unidos (De Clercq, 2008). Esse é um dos principais motivos pelo qual não são abertas novas biofábricas na América do Norte desde 1996, com muitas delas indo à falência ou parando suas linhas de produção devido a perdas econômicas, uma vez que os ovos de *A. kuehniella* são usados na alimentação de muitos predadores e no desenvolvimento de alguns parasitoides (Warner e Getz, 2008). Uma redução de custos na produção de inimigos naturais pode ser alcançada através da diminuição do custo de seus hospedeiros/presas por meio de dietas artificiais, automação da produção e maximização da quantidade de inimigos naturais produzidos por unidade da presa/hospedeiro (Nasreen et al., 2011). Algumas dietas artificiais já foram desenvolvidas ou adaptadas com sucesso para espécies dos gêneros *Chrysoperla* e *Chrysopa* (Cohen e Smith, 1998; Zaki e Gesraha, 2001; Lee e Lee, 2005; Sattar et al., 2007; Syed et al., 2008; Li et al., 2014).

A maioria dessas dietas, mesmo com a redução dos custos em relação ao uso de presas alternativas, possui formulação complexa, com adição de vitaminas e conservantes dificilmente encontrados no mercado e/ou com alto custo. Uma exceção é uma das dietas propostas por Syed et al. (2008), a qual envolve o uso de apenas fígado de frango na alimentação de larvas de *C. carnea*. Portanto, objetivando a criação satisfatória de *C. externa* em dieta artificial, mas levando em consideração o custo e a facilidade de aquisição dos ingredientes, no

presente trabalho testaram-se duas dietas artificiais e propõe-se uma terceira, para a produção de *C. externa*. Visa-se tornar a produção desse predador mais competitiva para que possa ser inserido em programas de controle biológico e de manejo integrado de pragas nas diversas culturas em que ele ocorre.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 População inicial de *C. externa***

Os ovos de *C. externa* que deram início à população utilizada no presente trabalho foram oriundos da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil, na qual as larvas são alimentadas com ovos de *A. kuehniella*. Os adultos são criados em recipientes cilíndricos de PVC (21cm de altura X 10cm de diâmetro), em temperatura constante de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , fotofase de 12h e umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$ . No interior desses recipientes, os insetos possuem acesso contínuo à água e a uma dieta composta de levedo de cerveja e mel 1:1 (v/v), e ovipositam em folhas de papel sulfite usadas como revestimento da superfície interna (Biagioni e Freitas, 2001; Carvalho e Souza, 2009).

### **2.2 Dietas artificiais testadas**

Para a escolha das dietas, além dos testes preliminares, levou-se em consideração a facilidade de preparação e o custo. Alguns ingredientes incluídos na maioria das dietas referenciadas na literatura possuem alto custo e são de difícil aquisição, principalmente por pequenos agricultores que tenham a intenção de produzir seus próprios agentes de controle biológico. Portanto,

foram testados: a) uma dieta desenvolvida para *C. rufilabris* (Cohen e Smith, 1998), com 12 diferentes ingredientes (sendo quatro conservantes) (Dieta A); b) a dieta mais simples desenvolvida para crisopídeos, originalmente para *C. carnea* (somente fígado de frango, proposta por Syed et al. [2008]) (Dieta B) e, c) uma nova dieta proposta no presente trabalho (Dieta C), composta por apenas três ingredientes e três conservantes (Tabela 1). Essa dieta foi proposta devido ao fígado puro, testado em ensaios preliminares, se liquefazer muito rapidamente e apresentar evidentes indícios de deterioração em menos de 24 horas.

Tabela 1 Composição das diferentes dietas artificiais testadas na alimentação larval de *Chrysoperla externa*.

Ingredientes	Dieta A <sup>1</sup>	Dieta B <sup>2</sup>	Dieta C <sup>3</sup>
Carne bovina (30% gordura)	100g	-	-
Fígado bovino	100g	-	-
Fígado de frango	-	400g	400g
Ovo de galinha	100g	-	-
Mel	5g	-	-
Açúcar	15g	-	8g
Levedo de cerveja	10g	-	-
Amido de milho	-	-	10g
Água	65g	-	-
Ácido acético (conc. 10%)	5mL	-	2mL
Sorbato de potássio	0,6g	-	0,6g
Sulfato de estreptomicina	0,1g	-	-
Clortetraciclina	0,1g	-	0,1g

<sup>1</sup> Cohen e Smith, (1998); <sup>2</sup> Syed et al. (2008); <sup>3</sup> Nova dieta aqui apresentada.

Após testes preliminares com as dietas artificiais selecionadas, constatou-se que as larvas de *C. externa* não apresentam desenvolvimento satisfatório quando supridas exclusivamente com tais recursos alimentares.

Verificou-se que o primeiro instar é o mais exigente, no qual a mortalidade foi superior a 60% e, fornecendo-se uma presa alternativa (e.g. ovos de *A. kuehniella*) nesse estágio, e dieta artificial somente no segundo e terceiro instares, as larvas atingem a fase de pupa. Portanto, em todos os tratamentos testados, o primeiro instar foi alimentado exclusivamente com ovos de *A. kuehniella*. O fornecimento associado de ovos dessa presa alternativa nesse estágio e de dietas artificiais nos instares subsequentes foi aqui chamado de regime alimentar (FR).

Foram testados os seguintes regimes alimentares: FR1 –primeiro instar alimentado com ovos de *A. kuehniella* e, no segundo e terceiro instares, fornecida a dieta 1. FR2 – primeiro instar alimentado com ovos de *A. kuehniella* e, no segundo e terceiro instares, fornecida a dieta 2. FR3 – primeiro instar alimentado com ovos de *A. kuehniella* e, no segundo e terceiro instares, fornecida a dieta 3. FR4 – tratamento controle, com fornecimento de ovos de *A. kuehniella* durante todos os instares do predador. O uso de ovos de *A. kuehniella* como tratamento controle baseou nos resultados de Ribeiro et al. (1991) que constataram sua adequabilidade para o desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa*.

Todos os tratamentos, exceto os que apresentaram-se inviáveis para o desenvolvimento de *C. externa*, foram acompanhados até a sétima geração, com avaliações na primeira, quarta e sétima.

### **2.3 Preparação e fornecimento das dietas artificiais**

Todas as dietas artificiais foram envelopadas entre duas camadas de Parafilm® esticado em três vezes o seu comprimento e largura originais. O regime FR1 foi preparado conforme descrito por Cohen e Smith (1998). No

FR2, o fígado de frango, diferentemente da metodologia proposta por Syed et al. (2008), que consistia no fornecimento de fatias do fígado às larvas, também foi envelopada em Parafilm®. Essa modificação foi adotada, pois, em testes preliminares, constatou-se o ressecamento das fatias de fígado, fazendo com que a larva ficasse com o aparato bucal preso ao alimento, o que a levava à morte. Para a preparação do FR3, todos os ingredientes foram misturados em um processador de alimentos por 3 minutos, obtendo-se uma mistura pastosa e homogênea.

Ovos de *C. externa* com idade entre 0 e 24h foram coletados da criação mantida em laboratório para dar início às populações de cada tratamento. Próximo à eclosão, esses ovos foram transferidos, com o auxílio de um pincel de cerdas finas, para tubos cilíndricos de vidro (8cm de altura X 2,5cm de diâmetro). A transferência dos ovos para os tubos quando próximo a eclodirem permitiu que os inférteis (ovos que permanecem verdes após 48h da oviposição) fossem descartados.

Foram utilizados 100 ovos por FR testado. Os tubos com os ovos foram selados com tecido do tipo “voile” e aleatoriamente distribuídos entre os quatro FR's e mantidos sob fotofase de 12h e  $70 \pm 10\%$  UR, no interior de câmaras climáticas a 25°C com precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Para as larvas do FR1, FR2 e FR3, o primeiro instar foi suprido por 5mg de ovos de *A. kuehniella*, e aquelas do FR4, as quais foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* em todos os instares, receberam 50mg de ovos do piralídeo ao longo de toda a fase larval. Essas quantidades foram determinadas conforme resultados de Bortoli et al. (2006), os quais afirmam que 43mg de ovos de *A. kuehniella* constituem o consumo médio por larvas de *C. externa* para que possam completar seu desenvolvimento preimaginal, e que menos de 10% desse peso são necessários para completar o primeiro instar. Portanto, forneceram-se 50mg de ovos em toda a fase larval e 5mg ao primeiro instar,

considerando-se uma margem adicional uma vez que os autores referem-se ao consumo médio. Os ovos de *A. kuehniella* utilizados nos experimentos foram adquiridos e esterilizados por luz ultravioleta pela Bug Agentes Biológicos™.

#### **2.4 Desenvolvimento preimaginal e sobrevivência**

Todas as larvas foram inspecionadas diariamente e seu estágio/fase de desenvolvimento e sobrevivência foram registrados até a emergência dos adultos. A mudança de instar foi confirmada pela presença da exúvia no interior dos tubos, e a pré-pupa foi diferenciada do estágio pupal pela presença de um disco enegrecido no interior do casulo (Canard e Principi, 1984).

#### **2.5 Longevidade de adultos, produção e viabilidade de ovos**

Para cada FR estudado, machos e fêmeas recém-emergidos foram pareados e transferidos para recipientes cilíndricos de PVC (Polyvinyl chloride) (10cm altura X 10cm diâmetro) onde tiveram acesso à água e à dieta composta por levedo e mel. A água foi fornecida por meio de tubos de vidro tampados com algodão e colocados em posição invertida no topo dos recipientes, permitindo que o algodão permanecesse sempre molhado por capilaridade. O alimento foi fornecido sobre tiras de Parafilm® afixadas na parede interna do recipiente. Os casais foram mantidos na mesma câmara climática em que foram criados desde a fase de ovo até a emergência. Foram usados 15 casais para cada FR, exceto quando o número de adultos foi insuficiente. Para a verificação da viabilidade dos ovos produzidos, foram coletados 20 ovos de cada fêmea, duas vezes por semana, durante os primeiros 60 dias do período de oviposição ou até a morte da fêmea, caso sua longevidade fosse inferior a 60 dias. Os ovos foram mantidos

em placas utilizadas em teste ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) selados com filme PVC transparente e observados quanto à eclosão das larvas.

## **2.6 Tamanho dos adultos produzidos**

Como parâmetro para avaliar o tamanho dos adultos produzidos nos diferentes regimes alimentares testados, foi utilizada a medição do comprimento da tíbia posterior de machos e fêmeas, nas gerações 1, 4 e 7, conforme relatado por van Lenteren et al. (2003).

## **2.7 Desempenho predatório dos insetos produzidos**

Na sétima geração, também foi testado o desempenho predatório de *C. externa* no controle de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em plantas de pepino (*Cucumis sativus*). Essas plantas foram cultivadas em vasos individuais mantidos sobre bancadas em casa de vegetação e utilizadas nos ensaios quando apresentaram três folhas verdadeiras. Para cada tratamento, foram utilizadas 20 repetições, cada uma composta por uma larva de segundo instar de *C. externa*. Utilizaram-se larvas dos FR's 2, 3 e 4 e o tratamento controle (sem liberação do predador). Devido à não obtenção de número suficiente de insetos e interrupção da criação, não foram testadas larvas do FR1. Cada planta foi previamente infestada com 30 ninfas de *A. gossypii* entre o terceiro e quarto instar, liberadas na folha basal e deixadas por 24h para deslocarem-se pela planta. Após esse período, procedeu-se à liberação das larvas de *C. externa* transferindo-as para a base do caule de cada planta, por meio de um pincel de cerdas macias, na proporção de uma larva por planta. A predação

foi mensurada diariamente durante três dias consecutivos, por meio da contagem de adultos e ninfas de *A. gossypii* nas plantas de pepino.

## 2.8 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas e gráficas apresentadas neste trabalho foram feitas com o uso do software estatístico R (R Core Team, 2013). Para interpretação das diferenças entre tratamentos, em todos os testes realizados, foi adotado o nível de significância  $P = 0,05$ .

Os dados de duração e sobrevivência das fases imaturas, por não atenderem às pressuposições de normalidade e homogeneidade das variâncias, mesmo após transformações, foram analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis com comparação múltipla dos tratamentos, utilizando o pacote “agricolae” para o R.

A distribuição de Weibull para probabilidade de sobrevivência de machos e fêmeas nas três gerações amostradas, para os quatro tratamentos, foi feita através do pacote “survival”, e as curvas de sobrevivência que não apresentaram diferenças significativas foram agrupadas utilizando contrastes.

Para os dados referentes ao comprimento da tíbia posterior nas gerações 1, 4 e 7, e para o desempenho predatório sobre ninfas de *A. gossypii* na sétima geração, os quais atenderam às pressuposições de normalidade e de homogeneidade das variâncias após transformação em raiz quadrada, foi construída a tabela de análise de variância (ANOVA) (bifatorial para comprimento da tíbia e simples para consumo de *A. gossypii*). Verificou-se, também, a influência do regime alimentar e da geração avaliada (e sua interação), e calculado o modelo mínimo significativo com separação de médias pelo teste de Tukey HSD.

Os dados referentes à produção e viabilidade de ovos não necessitaram de transformação e tiveram suas médias contrastadas pelo teste de Tukey, com valores plotados utilizando-se o pacote “gplots”. O teste binomial para comparação de proporções através do qui-quadrado foi utilizado para verificar se a razão sexual de cada FR dentro de cada geração diferiu da razão esperada 1:1 (Bezerra et al., 2006).

### 3 RESULTADOS

Com relação ao período preimaginal (Tabela 2), somente o primeiro instar e a fase de pré-pupa não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $2,98 < X^2 < 9,31$ ; gl = 10;  $P > 0,05$ ). Nos demais ínstaes, fase pupal e período preimaginal completo (1º instar até a emergência), houve diferenças significativas ( $343,42 < X^2 < 721,22$ ; gl = 10;  $P < 0,001$ ). O mesmo ocorreu com a sobrevivência (Tabela 3), em que o primeiro instar e a fase de pré-pupa apresentaram 100% de sobrevivência em todos os tratamentos. Para os demais ínstaes, fase de pupa e período preimaginal completo, observaram-se diferenças significativas ( $20,02 < X^2 < 226,26$ ; gl = 10;  $P < 0,05$ ).

Com relação à razão sexual (nº de fêmeas/[nº de fêmeas + nº de machos]), os valores apresentaram-se entre 0,44 e 0,58, com nenhum tratamento em nenhuma geração diferindo estatisticamente da proporção esperada de 1:1 ( $0,0 < X^2 < 3,2$ ; gl = 1;  $P > 0,05$ ).

Tabela 2 Duração (dias) ( $\pm$ EP) de cada instar, fases de pré-pupa e pupa e período preimaginal completo de *C. externa* em 4 diferentes regimes alimentares, na primeira, quarta e sétima geração.

G <sup>2</sup>	Trat	Duração (dias) $\pm$ EP <sup>1</sup>					
		1º instar	2º instar	3º instar	Pré-pupa	Pupa	Preimaginal
F1	FR1	2,9 $\pm$ 0,02 a	3,6 $\pm$ 0,07 a	5,7 $\pm$ 0,11 a	3,1 $\pm$ 0,05 a	6,7 $\pm$ 0,05 c	22,1 $\pm$ 0,10 a
	FR2	2,9 $\pm$ 0,02 a	2,8 $\pm$ 0,04 b	4,1 $\pm$ 0,06 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,9 $\pm$ 0,04 a	20,9 $\pm$ 0,11 b
	FR3	2,9 $\pm$ 0,03 a	2,8 $\pm$ 0,04 b	4,1 $\pm$ 0,06 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,8 $\pm$ 0,04 a	20,8 $\pm$ 0,10 b
	FR4	2,9 $\pm$ 0,03 a	2,9 $\pm$ 0,02 b	3,1 $\pm$ 0,03 c	3,1 $\pm$ 0,02 a	6,6 $\pm$ 0,05 c	18,5 $\pm$ 0,06 c
F4	FR1	2,9 $\pm$ 0,03 a	3,7 $\pm$ 0,07 a	5,7 $\pm$ 0,13 a	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,2 $\pm$ 0,12 b	22,6 $\pm$ 0,12 a
	FR2	3,0 $\pm$ 0,02 a	2,8 $\pm$ 0,04 b	4,1 $\pm$ 0,07 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,9 $\pm$ 0,05 a	20,9 $\pm$ 0,11 b
	FR3	2,9 $\pm$ 0,03 a	2,9 $\pm$ 0,04 b	4,1 $\pm$ 0,06 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,9 $\pm$ 0,05 a	20,8 $\pm$ 0,10 b
	FR4	2,9 $\pm$ 0,03 a	3,0 $\pm$ 0,02 b	3,1 $\pm$ 0,03 c	3,1 $\pm$ 0,02 a	6,6 $\pm$ 0,06 c	18,6 $\pm$ 0,06 c
F7	FR1	-	-	-	-	-	-
	FR2	2,9 $\pm$ 0,03 a	2,9 $\pm$ 0,04 b	4,2 $\pm$ 0,07 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,9 $\pm$ 0,05 a	21,0 $\pm$ 0,13 b
	FR3	2,9 $\pm$ 0,03 a	2,8 $\pm$ 0,04 b	4,1 $\pm$ 0,06 b	3,2 $\pm$ 0,05 a	7,7 $\pm$ 0,05 a	20,7 $\pm$ 0,11 b
	FR4	2,9 $\pm$ 0,03 a	3,0 $\pm$ 0,02 b	3,1 $\pm$ 0,03 c	3,0 $\pm$ 0,02 a	6,6 $\pm$ 0,05 c	18,6 $\pm$ 0,06 c

<sup>1</sup> Valores acompanhados pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05.

<sup>2</sup> Geração avaliada.

Tabela 3 Sobrevivência (%) de cada instar, fases de pré-pupa e pupa e período preimaginal completo de *C. externa* em 4 diferentes regimes alimentares, na primeira, quarta, e sétima geração.

G <sup>2</sup>	FR	Sobrevivência (%) <sup>1</sup>					
		1° instar	2° instar	3° instar	Pré-pupa	Pupa	Preimaginal
F1	FR1	100 a	99 b	83 b	100 a	94 b	78 b
	FR2	100 a	100 b	100 c	100 a	97 b	97 c
	FR3	100 a	100 b	100 c	100 a	96 b	96 c
	FR4	100 a	100 b	100 c	100 a	95 b	95 c
F4	FR1	100 a	95 a	70 a	100 a	85 a	59 a
	FR2	100 a	100 b	100 c	100 a	97 b	97 c
	FR3	100 a	99 b	100 c	100 a	97 b	96 c
	FR4	100 a	100 b	100 c	100 a	96 b	95 c
F7	FR1	-	-	-	-	-	-
	FR2	100 a	100 b	99 c	100 a	99 b	98 c
	FR3	100 a	100 b	100 c	100 a	96 b	96 c
	FR4	100 a	100 b	100 c	100 a	94 b	94 c

<sup>1</sup> Valores acompanhados pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05.

<sup>2</sup> Geração avaliada.

Conforme a análise de sobrevivência (Figura 1), os fatores geração e regime alimentar não exerceram influência na sobrevivência de machos e fêmeas ( $P > 0,05$ ), mas, as fêmeas viveram por tempo significativamente maior que os machos ( $P < 0,05$ ), com longevidade média de  $68 \pm 1,51$  e  $87 \pm 1,38$  dias para machos e fêmeas, respectivamente.

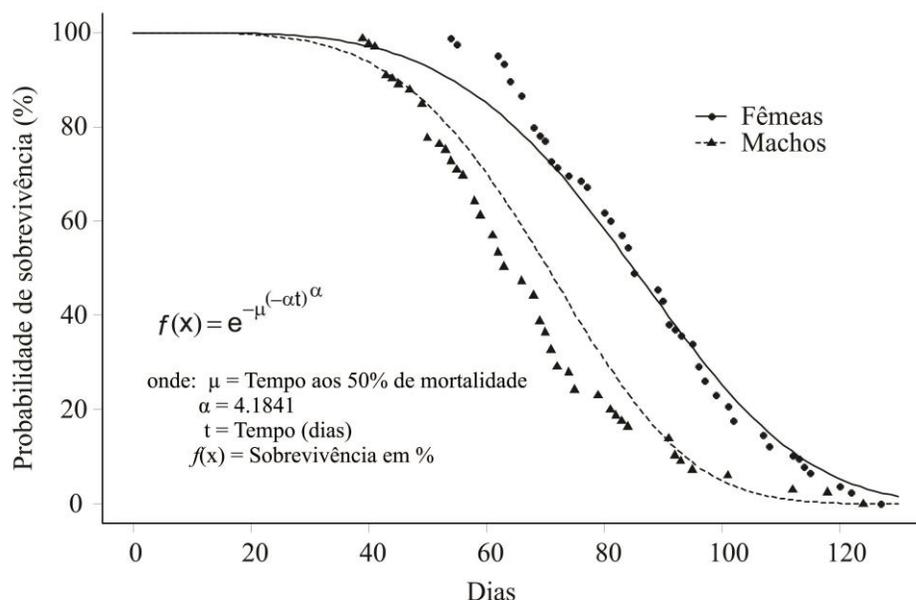


Figura 1. Distribuição de Weibull para sobrevivência de machos e fêmeas de *C. externa*. Por não haver diferenças significativas entre as gerações e regimes alimentares, todos os valores encontram-se agrupados nas respectivas curvas para cada sexo (os quais diferiram significativamente).

Com relação ao número de ovos produzidos, a análise de variância bifatorial mostrou que as gerações não exerceram efeito sobre esse parâmetro avaliado para cada FR ( $F = 1,08$ ;  $gl = 2$ ;  $P > 0,05$ ) e, portanto, não houve interação ( $F = 1,52$ ;  $gl = 3$ ;  $P > 0,05$ ). O modelo mínimo levou em consideração somente os regimes alimentares como fonte de variação, com resultado significativo ( $F = 24,88$ ;  $gl = 3, 161$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 2). Porém, com relação à viabilidade, o FR1 diferiu significativamente dos demais tratamentos ( $F = 230,82$ ;  $gl = 1, 86$ ;  $P < 0,001$ ), por ocasionar elevado número de ovos inférteis, o que acarretou uma viabilidade de  $62,2 \pm 2,28\%$  nas gerações em que esse parâmetro pode ser avaliado (F1 e F4). Para os demais tratamentos, a média foi de  $93,4 \pm 1,51\%$  em todas as gerações.

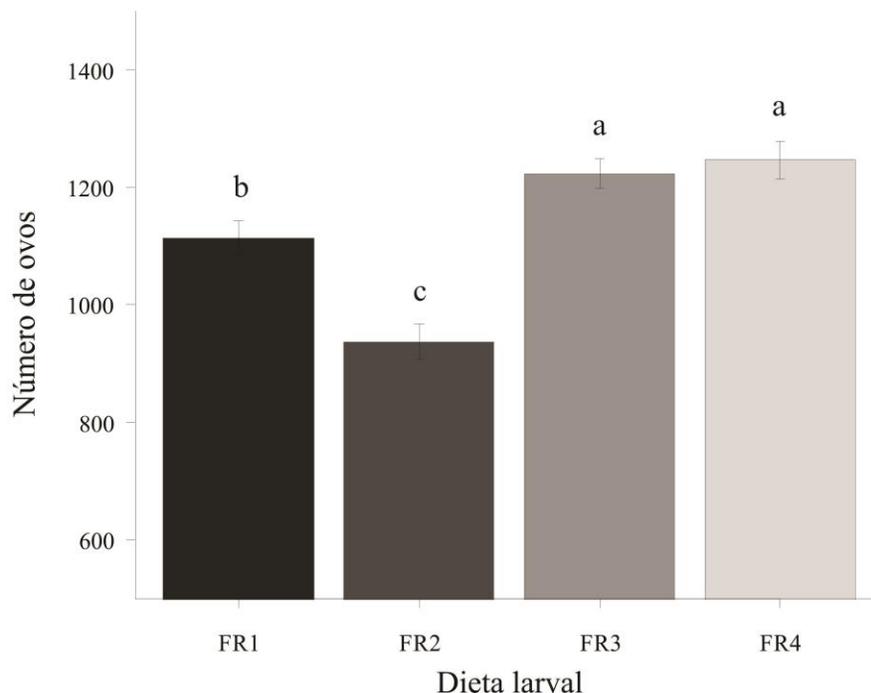


Figura 2 Número médio de ovos produzidos por fêmeas de *C. externa* tendo, na fase larval, sido supridas por diferentes regimes alimentares. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey HSD ao nível de 0,05. As colunas referem-se à média de todas as gerações avaliadas, uma vez que esse parâmetro não apresentou diferenças significativas.

Para o comprimento da tíbia posterior, a análise de variância bifatorial mostrou diferenças entre os regimes alimentares ( $F = 214,19$ ;  $gl = 3$ ;  $P < 0,001$ ), entre as gerações ( $F = 28,73$ ;  $gl = 1$ ;  $P < 0,001$ ), e interação significativa entre eles ( $F = 30,60$ ;  $gl = 5$ ;  $P < 0,001$ ). Apenas o FR1 diferiu dos demais regimes alimentares, diferença verificada já na primeira geração. Nas gerações posteriores, os exemplares da FR1 continuaram a ter seu tamanho diminuído, sendo constatada uma redução significativa na quarta geração, tanto em relação aos demais regimes alimentares quanto à população da primeira geração. Os

tratamentos que não diferiram estatisticamente foram agrupados por geração (Figura 3).

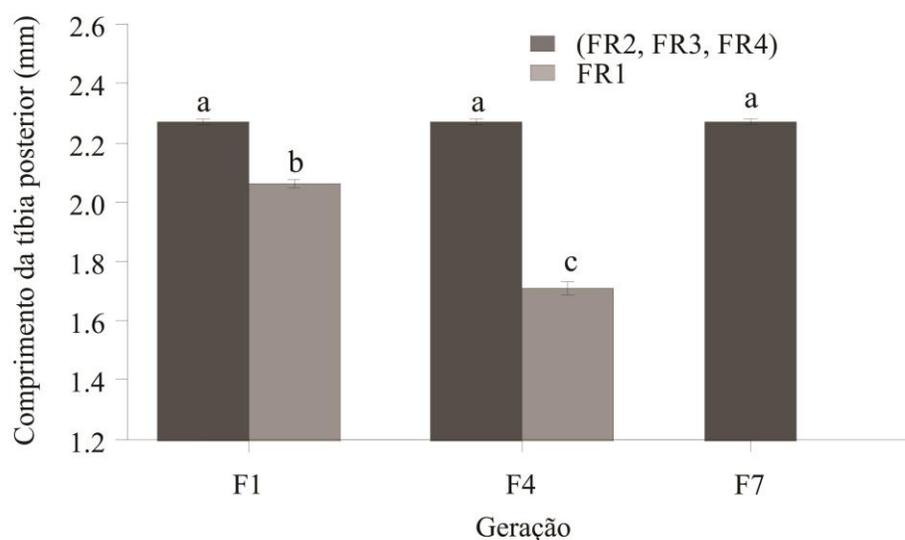


Figura 3 Comprimento da tíbia posterior de adultos de *C. externa* submetidos a 4 regimes alimentares durante sete gerações, com medições na primeira, quarta e sétima geração. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey HSD ao nível de 0,05.

Na avaliação da capacidade predatória sobre ninfas de *A. gossypii* utilizando larvas provenientes da sétima geração, conforme os regimes alimentares testados, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos onde foram realizadas as liberações ( $P > 0,05$ ). Após 72h da liberação, constatou-se uma média de  $7,4 \pm 1,97$  adultos e  $4,0 \pm 2,63$  ninfas do pulgão por planta tratada com *C. externa*, independente da dieta larval. Esses resultados diferem significativamente do tratamento controle (plantas não tratadas com larvas de *C. externa*), onde foi observada média de  $34,4 \pm 1,08$  adultos e  $67,4 \pm 5,81$  ninfas do pulgão por planta.

#### 4 DISCUSSÃO

Todos os regimes alimentares testados permitiram a obtenção de adultos de *C. externa*, entretanto, houve diferenças acentuadas com relação à duração da fase preimaginal, sobrevivência, tamanho dos adultos obtidos, número e viabilidade dos ovos produzidos. As maiores diferenças foram observadas para o FR1 em relação aos demais FR's.

Com relação à duração dos instares, já se esperava que o primeiro instar não fosse afetado, visto que, nesse estágio, a alimentação larval foi composta somente por ovos de *A. kuehniella*. No segundo instar, o FR1 diferiu do controle (FR4), e no terceiro, observou-se diferença de todos os regimes alimentares em relação ao FR4, e também diferenças entre o FR1 e os FR's 2 e 3. Cohen e Smith (1998) também verificaram um prolongamento da fase larval, da ordem de 2,8 dias, para *C. rufilabris* criada na dieta proposta por eles em relação ao controle, composto por ovos de *A. kuehniella*. Da mesma forma, Syed et al. (2008) observaram um aumento de 2,8 dias na fase larval de *C. carnea* quando a dieta foi composta exclusivamente por fígado de frango, em relação ao controle, constituído por ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). No presente trabalho, os tratamentos envolvendo fígado de frango retardaram a fase larval em 0,9 dias quando comparado com o FR4, entretanto, além de se tratar de outra espécie de crisopídeo, as larvas de *C. externa* só receberam as dietas artificiais a partir do segundo instar.

O período pupal foi prolongado em 1,25 dias quando incluído o fígado de frango, em relação ao controle. Esse valor é ligeiramente maior que os obtidos por Syed et al. (2008) e Cohen e Smith (1998) para *C. carnea* e *C. rufilabris*, respectivamente, os quais não foram superiores a um dia. Os resultados obtidos neste estudo corroboram as afirmações sobre o prolongamento da fase preimaginal quando se adotam dietas artificiais como

alimento para larvas de Chrysopidae (Cohen e Smith, 1998; Syed et al., 2008; Liu et al., 2013).

A sobrevivência de *C. externa* na fase preimaginal (Tabela 3) somente foi afetada pelo FR1, que logo na primeira geração já acarretou significativa redução no número de insetos sobreviventes (78%) em comparação com o FR4 (95%). A sobrevivência continuou a decrescer ao longo das gerações, atingindo 59% na quarta geração, e o tratamento foi descontinuado na quinta geração devido à baixa sobrevivência, reduzido tamanho dos insetos e baixa viabilidade de ovos. Esses resultados demonstraram que essa dieta é inadequada ao desenvolvimento de *C. externa*.

Os tratamentos FR2 e FR3 não diferiram do controle e proporcionaram entre 96% e 98% de sobrevivência em todas as gerações avaliadas. Vale ressaltar que a sobrevivência foi avaliada a partir da obtenção das larvas de cada geração, não contabilizando-se os ovos inférteis e inviáveis que possam ter sido produzidos. Syed et al. (2008) também não observaram diferenças na sobrevivência preimaginal de *C. carnea* alimentada com fígado de frango em relação aos insetos alimentados com ovos de *S. cerealella*. Portanto, as sobrevivências obtidas neste estudo são superiores às observadas por outros autores que, mesmo utilizando dietas mais complexas em termos de composição, observaram significativa redução na sobrevivência em relação ao tratamento utilizado como controle (Cohen e Smith, 1998; Liu et al., 2013). Alguns pesquisadores que desenvolveram dietas artificiais não fizeram comparações com uma presa natural ou alternativa (Lee e Lee, 2005; Li et al., 2014).

A longevidade dos adultos produzidos nos diferentes regimes alimentares não foi afetada, mas as fêmeas foram, em média, 19 dias mais longevas do que os machos. Bezerra et al. (2006) também verificaram uma diferença de 32 dias no tempo médio de vida de machos e fêmeas de *C. externa* alimentados, na fase larval, com ninfas e fêmeas adultas de *Planococcus citri*

(Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). Liu (2013), fornecendo uma dieta artificial à base de carne de porco, ovo de galinha e açúcar para larvas de *Chrysopa septempunctata* Wesmael (Neuroptera: Chrysopidae), também não observou diferenças significativas na longevidade em comparação com o fornecimento da presa natural, o pulgão *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera: Aphididae).

O número de ovos produzidos foi menor para fêmeas oriundas de larvas submetidas ao FR2 em relação ao FR1, porém, nesse último regime alimentar foi constatado grande número de ovos inférteis, os quais representaram cerca de 30% a mais quando comparado ao obtido nos demais tratamentos. Se considerados apenas os ovos viáveis, a média obtida para o FR2 ultrapassa o FR1 em aproximadamente 180 ovos. A diferença significativa no número de ovos entre os FR's 2 e 3 pode ser devida à adição dos carboidratos (amido de milho e açúcar), uma vez que o fígado puro apresenta em sua composição, aproximadamente 18, 3, 0 e 78% respectivamente, de proteínas, lipídeos, carboidratos e água, além de 3.400 mg/kg de colesterol (TACO, 2007). A dieta proposta (FR3) possui, na respectiva ordem dos ingredientes da composição anterior, 17, 3, 4 e 75%, além de 3200 mg/kg de colesterol. Specty et al. (2003) demonstraram que a composição de ovos de *Ephestia (=Anagasta) kuehniella* possui razão aproximada de 11:8:2 para proteínas, lipídeos e carboidratos em sua composição.

Outro motivo que pode ter contribuído para o menor número de ovos obtidos com a dieta constituída por fígado puro, foi a não inclusão de conservantes, uma vez que a cada troca de dieta, percebeu-se que os sachês da FR2 emanavam odor característico de apodrecimento e apresentavam grande liquefação, mesmo antes das 24 horas para troca. Os tratamentos FR1 e FR3 permaneceram com odor discreto e sem sinais de apodrecimento, sendo obtido sucesso em testes de troca da dieta a cada 48h, realizados posteriormente. Cohen

e Smith (1998) também afirmam obter êxito no uso de um regime de troca de dietas a cada dois dias, provavelmente devido ao uso de anticontaminantes.

As avaliações do tamanho dos insetos produzidos mostraram que o FR1 não é uma dieta adequada para larvas de *C. externa*, com redução gradativa no tamanho dos exemplares, tomado a partir do comprimento da tíbia posterior. Nos demais tratamentos, não foram observadas alterações de tamanho, e os insetos não mostraram redução na busca por presas, como foi comprovado em testes feitos em casa de vegetação com espécimes da sétima geração. Cohen e Smith (1998) observaram que, mesmo na décima quinta geração, larvas de *C. rufilabris* criadas em dieta artificial mostraram preferência pela presa natural.

Os resultados apresentados demonstram que *C. externa* pode ser criada com sucesso nos regimes alimentares FR2 e FR3, sendo este último o mais indicado por proporcionar maior produção de ovos. O uso dessa dieta artificial significa uma redução de 90% no consumo de ovos de *A. kuehniella*.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

Albuquerque, G.S., Tauber, C.A., Tauber, M.J., 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. Biol. Control 4, 8-13.

Bezerra, G.C.D., Santa-Cecília, L.V.C., Carvalho, C.F., Souza, B., 2006. Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). Ciênc. agrotec. 30, 603-610.

- Biagioni, A., Freitas, S., 2001. Efeito de diferentes dietas sobre o desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysoperla defreitasi* Brooks (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 30, 333-336.
- Bortoli, S.A. de, Caetano, A.C., Murata, A.T., Oliveira, J.E.M., 2006. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. Rev. Biol. Ciênc. Terra 6, 145-152.
- Canard, M., Principi, M.M., 1984. Life histories and behaviour. In: Canard, M., Séméria, Y., New, T.R. (Eds.), Biology of Chrysopidae. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp. 57-149.
- Carvalho, C.F.; Souza, B., 2009. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, V.H.P. (Ed.), Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. UFLA, Lavras, pp. 77-115.
- Cohen, A.C., Smith, L.K., 1998. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. Biol. Control 13, 49-54.
- Costa, R.I.F., Carvalho, C.F., Souza, B., Loreti, J., 2003. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc. Agrotec. Special Edition, p. 1539-1545.
- De Clercq, P., 2008. Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets, p. In: Capinera, J.L. (Ed.). Encyclopedia of entomology, 2<sup>nd</sup> ed. Springer, pp. 1133-1136.
- Figueira, L.K., Carvalho, C.F., Souza, B., 2000. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com ovos de *Alabama argillaceae* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). Ciênc. Agrotec. 24, 319-326.
- Figueira, L.K., Lara, F.M., 2004. Relação predador:presa de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle do pulgão-verde em genótipos de sorgo. Neotrop. Entomol. 33, 447-450.
- Hassan, S.A., 1978. Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. J. Plant Dis. Prot. 8, 118-123.

Klingen, I., Johansen, N.S., Hofsvang, T., 1996. The predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on eggs and larvae of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Appl. Entomol. 120, 363-637.

Lee, K., Lee, J., 2005. Rearing of *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae) on artificial diet. Entomol. Res. 35, 183-188.

van Lenteren, J.C., Hale, A., Klapwijk, J.N., van Schelt, J., Steinberg, S., 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: van Lenteren, J.C. (Ed.), Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures. CABI publishing, pp. 265-303.

Li, Y., Hu, L., Romeis, J., Wang, Y., Han, L., Chen, X., Peng, Y., 2014. Use of an artificial diet system to study the toxicity of gut-active insecticidal compounds on larvae of the green lacewing *Chrysoperla sinica*. Biol. Control 69, 45-51.

Lopez-Arroyo, J.I.; Tauber, C.A.; Tauber, M.J., 1999. Effects of prey on survival, development, and reproduction of thrash-carrying chrysopids (Neuroptera: Ceraeochrysa). Environ. Entomol. 28, 1183-1188.

Nasreen, A., Gillespie, D.R., Mustafa, G., 2011. Graphical marginal analysis of the economics of natural enemy production: An example using a pilot mass rearing system for green lacewing. Biol. Control 57, 44-49.

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Ribeiro, M.J.; Carvalho, C.F., 1991. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento. Rev. Bras. Entomol. 35, 423-427

Sattar, M., Fatima, B., Ahmed, N., Abro, G.H., 2007. Development of larval artificial diet of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Pak. J. Zool. 39, 103-107.

Specty, O., Febvay, G., Grenier, S., Delobel, B., Piotte, C., Pageaux, J.F., Ferran, A., Guillaud, J., 2003. Nutritional plasticity of the predatory ladybeetle

*Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): Comparison between natural and substitution prey. Arch. Insect Biochem. Physiol. 52: 81-91.

Syed, A.N., Ashfaq, M., Ahmad, S., 2008. Comparative effect of various diets on development of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Int. J. Agri. Biol. 10, 728–730.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>. Acesso em: Nov. 2007.

Tauber, M.J., Tauber, C.A., Daane, K.M., Hagen, K.S., 2000. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae). Am. Entomol. 46, 26-38.

Warner, D.K., Getz, C., 2008. A socio-economic analysis of the North American commercial natural enemy industry and implications for augmentative biological control. Biol. control 45, 1-10.

Zaki, F.M., Gesraha, M.A., 2001. Production of the green lacewing *Chrysoperla caranea* (Steph.) (Neuropt., Chrysopidae) reared on semi-artificial diet based on the algae, *Chlorella vulgaris*. J. Appl. Entomol. 125, 97-98.

**(VERSÃO PRELIMINAR)**

**ARTIGO 2**    **Uso de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) no manejo integrado de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantio comercial de melancia**

Carlos Eduardo Souza Bezerra<sup>1</sup>

Ewerton Marinho Costa<sup>2</sup>

Elton Lucio Araujo<sup>3</sup>

Brígida Souza<sup>4</sup>

**Normas da revista *Crop Protection* (versão preliminar em português)**

- 
- <sup>1</sup> Doutorando em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.  
<sup>2</sup> Doutorando em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN.  
<sup>3</sup> Professor/Orientador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN.  
<sup>4</sup> Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## RESUMO

Avaliou-se o efeito da liberação inundativa de ovos e larvas de *Chrysoperla externa* no controle de *Bemisia tabaci* em plantio comercial de melancia em Mossoró, semiárido do Rio Grande do Norte – Brasil, visando gerar subsídios para futuros programas de controle biológico e incrementar o sistema de manejo integrado da praga. O uso de *C. externa* foi inserido no programa de manejo integrado, em conjunto com os controles químico (inseticidas) e físico (túnel de tecido não tecido – TNT). Foram feitas liberações semanais após a remoção do TNT, com avaliações, também semanais, até próximo à colheita. Verificou-se que as liberações auxiliaram significativamente na regulação populacional da praga. Foi observado alto nível de controle logo na primeira avaliação envolvendo liberação de larvas, e na segunda avaliação envolvendo liberação de ovos. Na avaliação final, foi observada redução de 80 e 85% no número de ovos e ninfas da mosca branca, respectivamente, no tratamento envolvendo liberação de ovos em relação à testemunha. Quando liberadas larvas, essa redução foi de 93 e 98% no número de ovos e ninfas da mosca branca, respectivamente. Dessa maneira, a liberação inundativa de *C. externa* configura-se como uma estratégia promissora de controle de *B. tabaci* nas áreas de produção comercial de melancia, representando um importante incremento e avanço para o MIP na cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico aplicado. Liberação em campo. Crisopídeo. Mosca branca. Entomologia agrícola.

## ABSTRACT

We evaluated the effect of inundative release of eggs and larvae of *Chrysoperla externa* in the control of *Bemisia tabaci* in commercial planting of watermelon in Mossoró, semiarid region of Rio Grande do Norte - Brazil, aiming to generate insights for future biological control programs and increase the integrated pest management. The use of *C. externa* was inserted in the integrated management program, together with chemical (pesticides) and physical (tunnel of nonwoven fabric –NWF) controls. Weekly releases were performed after removal of NWF with evaluations also weekly until near harvest. It was found that releases assisted significantly in the control of the pest population. High level of control was observed at the first assessment involving release of larvae, and in the second assessment involving release of eggs. In the final evaluation, reduction of 80 and 85% was observed in the number of eggs and nymphs of the whitefly, respectively, in the treatment involving release of eggs compared to the control treatment. When released larvae, this reduction was 93 and 98% in the number of eggs and nymphs of the whitefly, respectively. Thus, the inundative release of *C. externa* appears as a promising strategy to control *B. tabaci* in the areas of commercial production of watermelon, representing a significant increase and advance to the IPM of this crop.

**KEYWORDS:** Applied biological control. Field release. Green lacewing. Whitefly. Agricultural Entomology.

## 1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* [Thunberg]) é uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, onde se destacam os estados do Rio Grande do Sul (RS) (343.365 t), Goiás (GO) (272.949 t), Bahia (BA) (260.120t), São Paulo (SP) (203.960 t) e Rio Grande do Norte (RN) (128.461t) como maiores produtores de melancia (IBGE, 2014). No Rio Grande do Norte, com destaque ao agropolo Assu/Mossoró, o cultivo da melancia é praticado tanto por pequenos e médios produtores como também por grandes empresas, sendo a produção destinada ao mercado nacional e internacional (Grangeiro et al., 2005).

Durante seu cultivo comercial, a melancia é acometida por vários problemas de ordem fitossanitária, destacando-se o ataque da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) como um dos principais entraves à produção de melancia, devido aos danos diretos e indiretos causados à cultura (Lima et al., 2000; Andrade Júnior et al., 2007; Michereff Filho et al., 2010). A mosca branca ocasiona danos diretos durante o processo de alimentação, e indiretos pela transmissão de fitovírus (Brown; Bird, 1992; Auad et al., 2007). Além disso, as fezes adocicadas (*honeydew*) da praga podem servir como substrato ao desenvolvimento da fumagina, fungo que prejudica a capacidade fotossintética da planta (Andrade Júnior et al., 2007).

Diante do ataque da mosca branca à melancia, torna-se imprescindível a adoção de medidas de controle para manutenção da sanidade da cultura, assegurando a produção e qualidade dos frutos. Nesse cenário, o uso de inseticidas é a técnica mais utilizada no controle de *B. tabaci* em áreas de produção de melancia no Brasil (Michereff Filho et al., 2010). No entanto, há vários relatos de casos de resistência da mosca branca a inseticidas no mundo (Butler et al., 1993; Palumbo, 2001; Caballero et al., 2013; Longhurst et al.,

2013), o que tem dificultado o manejo da praga. Além do problema de resistência da praga a inseticidas, é crescente a preocupação mundial em relação ao uso de agrotóxicos na agricultura, especialmente devido aos prejuízos que o mau uso desses produtos pode acarretar, como, por exemplo, contaminação ambiental e intoxicação de trabalhadores e consumidores (Roel et al., 2000; Carvalho et al., 2008). Com isso, torna-se fundamental o desenvolvimento e utilização de estratégias alternativas para o controle da mosca branca no cultivo da melancia.

Nesse contexto, têm-se intensificado as pesquisas em torno do controle biológico, visando à redução populacional da mosca branca por meio da utilização de predadores, dentre eles, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). Esses insetos são vorazes inimigos naturais de artrópodes praga e apresentam elevada taxa de sobrevivência em agroecossistemas (Canard e Principi, 1984; Breene et al., 1992; Carvalho et al., 2002). Dentre as espécies de crisopídeos, *Chrysoperla externa* (Hagen) tem apresentado resultados promissores em condições de laboratório, na supressão de ninfas da mosca branca, o que tem estimulado a realização de pesquisas sobre diversos aspectos relacionados ao tema, em especial aspectos biológicos e capacidade de predação (Auad et al., 2001; Silva et al., 2004; Auad et al., 2005; Auad, et al., 2007; Adriano et al., 2010; Schlick-Souza et al., 2011).

Bezerra et al. (2010) relataram a presença de *C. externa* em áreas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) na região de Mossoró, RN, e desde então, cresceram as perspectivas para utilização desse predador no controle biológico da mosca branca nas áreas de produção comercial de cucurbitáceas da região. Em contrapartida, a falta de informações, em condições de campo, acerca da capacidade de predação de *C. externa* sobre a mosca branca, impossibilita a recomendação de uso do predador no manejo da praga na região.

No Brasil, não há programas de liberação de crisopídeos visando à supressão de pragas em campo, e mesmo em cultivos protegidos é restrita, embora diversos autores tenham verificado uma alta eficiência desses predadores como agentes biocontroladores em condições de laboratório (Fonseca et al., 2000; Maia et al., 2004; Pessoa et al., 2004; Ribeiro et al., 2007; Barbosa et al., 2008; Morando et al., 2014).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da liberação inundativa de ovos e larvas de *C. externa* no manejo de *B. tabaci* em produção comercial de melancia no semiárido do RN, visando gerar subsídios para futuros programas de controle biológico e incrementar o sistema de manejo integrado da praga.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área de produção comercial de melancia (variedade ‘Crimson Sweet’), plantada em espaçamento de 2,0 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas, situada na Fazenda Norfruit (4°53’24”S, 37°22’12”O), município de Mossoró – RN, com aproximadamente 250 hectares cultivados com melão e melancia. Essas áreas de produção são subdivididas em talhões de 2,0 a 2,5 ha, sendo o experimento realizado em uma área de 2,0 ha. Foi utilizado o controle físico, através de barreira (túneis) com manta TNT (Tecido Não Tecido) nas áreas de produção durante 28 dias após o transplântio (DAT), a qual foi removida por ocasião da floração pela necessidade de polinização. Durante a condução dos ensaios, também foi utilizado o controle químico em toda a área, sendo pulverizados os inseticidas Acetamiprido (0,0600 g i. a./L) e Abamectina (0,0180 g i. a./L) visando o controle de *B. tabaci* e da mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), respectivamente. Essas pulverizações foram realizadas aos 29 DAT e 44 DAT. A realização dos ensaios

se deu entre os meses de julho e outubro de 2012, com temperatura média de 27,7°C e umidade relativa de 57,0%. A amplitude térmica média foi de 13 graus Celsius e a pluviosidade foi zero durante toda a realização do trabalho. Os dados meteorológicos foram medidos através de uma estação Onset®-U30 montada no cultivo.

### **2.1 Produção de *C. externa* em laboratório**

Adultos de *C. externa* foram coletados por meio de rede e aspirador entomológico em plantios comerciais de melancia na região, e identificados de acordo com Freitas e Penny (2001). Após a identificação, os espécimes foram separados por sexo e criados em gaiolas de PVC (*Polyvinyl chloride*) cilíndricas (10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) na densidade de 30 casais por gaiola. As gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite branco para servir como substrato de oviposição, e fechadas na parte superior com tecido “voile” (Freitas, 2001). Como alimento foi utilizada dieta composta de levedo de cerveja + mel (1:1), fornecida em tiras de Parafilm® (10 cm de comprimento e 2 cm de largura). O fornecimento de água se deu por meio de um tubo de vidro com água, tampado com algodão, e colocado em posição invertida no topo das gaiolas, permitindo que o algodão permanecesse sempre molhado por capilaridade (Carvalho e Souza, 2009). A alimentação e a água foram renovadas a cada 48 e 24 horas, respectivamente.

Os ovos provenientes dessa população inicial foram individualizados em compartimentos de colmeias de papelão (Encomendadas na Ecoplan™ Colmeias de Papel, Curitiba – PR – Brasil) com 30 cm de comprimento e 18 cm de largura, com compartimentos de 1 cm<sup>3</sup>. As colmeias foram fechadas nas faces superior e inferior com tecido “voile”, utilizando-se cola PVA, comportando uma média de 400 indivíduos. Essa metodologia permitiu a obtenção de adultos

em quantidade suficiente para a produção do número de ovos utilizados nos experimentos. As larvas eclodidas foram alimentadas com 45g de ovos esterilizados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) por larva, previamente depositados no interior dos compartimentos. Após a pupação, as colmeias foram abertas removendo-se o “voile” da parte superior e colocadas no interior de gaiolas de acrílico (50 cm x 50 cm x 50 cm) para emergência dos adultos. Com os insetos da geração F1 formaram-se 300 gaiolas, que foram mantidas seguindo-se os mesmos procedimentos descritos para a população inicial.

A criação foi mantida no laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciências Vegetais, Campus Mossoró – RN, em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $65 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

## **2.2 Avaliação da densidade populacional de *B. tabaci* em melanciaira**

Para avaliar a densidade populacional da mosca branca em melanciaira foi adotada uma metodologia semelhante à de Alencar (2010), a qual consiste em amostrar, para ninfas de *B. tabaci*, a face inferior de uma folha do oitavo ao décimo nó do ramo a partir do ápice. A avaliação realizada no presente trabalho contabilizou os insetos em toda a folha, tanto na face superior quanto inferior. Para a contabilização de ovos, observou-se em ensaios preliminares que as folhas mais infestadas estão situadas entre o quinto e o sétimo nó. Foi feita, então, uma seleção visual da folha mais infestada com ninfas e da folha mais infestada com ovos, as quais foram coletadas e transportadas para o laboratório para o procedimento das contagens com o uso de um microscópio estereoscópio.

Com a finalidade de se conhecer a severidade da infestação, antes de se iniciarem as liberações procedeu-se ao monitoramento da densidade

populacional de *B. tabaci* em plantas de outros dois talhões de melancia, nas proximidades da área experimental. Constatou-se que mais de 80% das folhas apresentavam infestações com valor superior a 400 ovos e 100 ninfas da mosca branca por folha mais infestada da rama no período próximo à colheita, quando usados apenas os controles físico e químico.

### **2.3 Liberação inundativa de ovos e larvas de *C. externa***

Foram utilizados ovos e larvas de *C. externa* provenientes da criação estabelecida no laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. As larvas foram criadas até o segundo instar com 5mg de ovos de *A. kuehniella* por larva, quantidade suficiente para que atingissem esse estágio de desenvolvimento, quando foram utilizadas nos experimentos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), constituído por três blocos (distantes em 35 m) com 3 tratamentos, totalizando 9 parcelas, com seis repetições por parcela. Em cada bloco foram dispostos os três tratamentos distantes 20 m entre si, em parcelas de 50 m<sup>2</sup>. Cada parcela foi constituída de cinco fileiras de melanciaira (somando-se 10 m de largura) com 5 m de comprimento, totalizando 62 plantas por tratamento. Foram considerados como bordadura as fileiras externas e uma margem de 1 m nas extremidades de cada fileira, totalizando 36 plantas na área útil da parcela.

Os tratamentos foram: T1 - Testemunha (sem liberação de *C. externa*), com controle químico e físico, T2 – Liberação de ovos de *C. externa* (2.532.000 ovos/ha), além de controle químico e físico, e T3 – Liberação de larvas de segundo instar de *C. externa* (422.000 larvas/ha), além de controle químico e físico. A densidade de ovos e larvas utilizadas foi determinada levando-se em consideração a infestação observada no monitoramento prévio, a mortalidade causada pelo uso conjunto de inseticidas, a elevada temperatura da região (que

pode provocar mortalidade aos predadores produzidos em laboratório) e a reinfestação constante.

Quanto à mortalidade causada por inseticidas, acetamiprido e abamectina causam mortalidades pouco inferiores a 40% e 5%, respectivamente (Bezerra, não publicado), e por isso foi considerado um acréscimo de 45% no cálculo do número de predadores a serem liberados, uma vez que não é possível prever se os espécimes resistentes a um inseticida são os mesmos que possuem resistência ao outro. Quanto ao consumo de *B. tabaci*, larvas de *C. externa* predam, no segundo e terceiro instar, um total médio aproximado de 500 ninfas de 3º e 4º instar de *B. tabaci* criada em plantas de melão (Bezerra, não publicado).

Levando em consideração que as plantas de melancia monitoradas previamente apresentaram uma média de 15 ramas, e que cada rama apresentava 3 folhas mais infestadas com ovos e outras 3 folhas com maior infestação por ninfas de *B. tabaci*, estimou-se um valor aproximado de 4500 ninfas e 18000 ovos por planta ao final do ciclo da cultura. Devido à falta de informações acerca do consumo de ovos, considerou-se que 4 ovos correspondem a uma ninfa, estimativa obtida por meio de comparação volumétrica em microscópio. Sendo assim,  $(4500/500) + ([18000/4]/500) = 18$  larvas de 2º instar. Adicionando a mortalidade causada pelos inseticidas e 30% de perdas por outros fatores de mortalidade, bem como o consumo de outros organismos não-alvo, foram liberadas 34 larvas/planta, com 12400 plantas por hectare. Quanto ao número de ovos liberados, foi utilizada uma quantidade seis vezes maior pois, além de ser uma fase muito susceptível à predação e parasitismo, muitos caem ao solo e são inviabilizados pela elevada umidade decorrente da irrigação por gotejamento.

Os ovos foram previamente despedicelados utilizando solução à base de hipoclorito de cálcio, conforme descrito por Bezerra et al. (2014), misturados com pipoca triturada em liquidificador, e a mistura espalhada sobre as folhas da

melancieira. Essa técnica não afeta a eclosão das larvas e permite um espalhamento uniforme, além de possuir baixo custo e ser biodegradável (Comunicação pessoal). Para cada cinco mil ovos foi utilizado um litro de pipoca triturada. As larvas a serem liberadas foram transportadas para o campo nas mesmas colmeias de papelão onde se criaram. A liberação foi feita abrindo-se, aos poucos, o tecido “voile” que lacra as colmeias e batendo gentilmente a parte inferior das mesmas com a mão para que caíssem sobre a folhagem das melancieiras.

As liberações, tanto dos ovos como das larvas de *C. externa*, foram realizadas semanalmente a partir dos 38 DAT, até um dia antes do início da colheita dos frutos (53 DAT), totalizando três liberações, que eram sempre realizadas após a amostragem populacional de *B. tabaci*. A avaliação da densidade populacional da mosca branca foi realizada semanalmente até próximo ao final da colheita dos frutos (59 DAT), com desativação da área (destruição dos restos vegetais) aos 62 DAT, possibilitando a realização de quatro avaliações do efeito das liberações. O início da amostragem da mosca branca e liberação de *C. externa* aos 38 DAT deu-se em virtude do uso de manta TNT nas áreas de produção durante 28 DAT, bem como da aplicação preventiva de inseticidas após a retirada da manta, uma prática que integra o manejo convencional dos cultivos adotado pelos produtores da região (Figura 1).

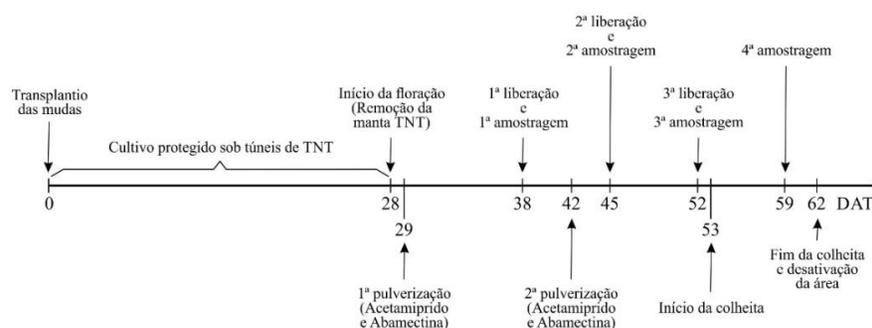


Figura 1 Cronograma de atividades do experimento durante o desenvolvimento da cultura. DAT: dias após o transplante. TNT: Tecido não-tecido.

## 2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos foram transformados em raiz quadrada para atender as pressuposições de homogeneidade e normalidade. As duas variáveis explanatórias (época de avaliação e tratamentos) foram agrupadas em um único fator, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância. O programa estatístico utilizado foi o Software R (R Core Team, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação inicial, ocasião da primeira liberação de ovos e larvas de *C. externa*, não houve diferença entre os tratamentos para o número médio de ovos e ninfas de *B. tabaci*. Para a Testemunha, foram observados níveis crescentes de infestação da praga, sendo registrados  $331 \pm 23,7$  ovos e  $88 \pm 6,4$  ninfas da mosca branca por folha na última avaliação (Tabela 1). Com a liberação de ovos de *C. externa*, o número de ovos e ninfas da praga elevou-se na segunda avaliação, porém, foi reduzido nas avaliações subsequentes. O tratamento com larvas de segundo instar do predador proporcionou o maior controle da mosca

branca, ocasionando, a partir da segunda avaliação, redução crescente no número de ovos e ninfas da praga. Foram observados, na última avaliação,  $23 \pm 3,4$  ovos e  $6 \pm 1,2$  ninfas por folha, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Os altos valores observados na testemunha indicam uma possível resistência da praga ao inseticida pulverizado.

Tabela 1 Número de ovos ( $\pm$  EP) e ninfas ( $\pm$  EP) de *Bemisia tabaci* contabilizadas na folha mais infestada da planta de melancia para cada fase de desenvolvimento da praga, após liberações semanais de ovos e larvas de *Chrysoperla externa*. Mossoró – RN, 2014.

Semana	Testemunha (Sem liberação)		Liberação de Ovos de <i>C. externa</i>		Liberação de Larvas de <i>C. externa</i>	
	Ovos	Ninfas	Ovos	Ninfas	Ovos	Ninfas
1	$82 \pm 4,9$ d	$14 \pm 2,0$ E	$80 \pm 4,0$ d	$18 \pm 2,2$ E	$80 \pm 3,9$ d	$18 \pm 2,0$ E
2	$198 \pm 12,8$ b	$49 \pm 3,6$ C	$158 \pm 7,4$ c	$47 \pm 4,0$ C	$67 \pm 2,7$ e	$10 \pm 1,5$ F
3	$316 \pm 18,1$ a	$66 \pm 4,1$ B	$85 \pm 4,5$ d	$22 \pm 2,7$ D	$42 \pm 7,0$ f	$10 \pm 1,1$ F
4	$331 \pm 23,7$ a	$88 \pm 6,4$ A	$67 \pm 8,2$ e	$13 \pm 2,4$ E	$23 \pm 3,4$ g	$6 \pm 1,2$ G

Teste de Tukey a 0,05 com junção das duas variáveis explanatórias em um único fator, one-way anova e simplificação do modelo para o mínimo significativo. Letras em comum para linhas e colunas. Minúsculas para o número de ovos e maiúsculas para o número de ninfas.

O controle de ovos e ninfas de *B. tabaci* em melanciaeira, proporcionado pela liberação inundativa de ovos e, principalmente, larvas de segundo instar de *C. externa*, foi evidente, constituindo-se em um resultado inédito no Brasil, haja vista que informações sobre a predação da mosca branca por *C. externa* em condições de campo são inexistentes. Os resultados obtidos reforçam o potencial e a importância de *C. externa* no controle da mosca branca, que em condições de laboratório e casa de vegetação, já haviam sido relatados (Auad et al., 2005, Auad et al., 2007, Adriano et al., 2010, Schlick-Souza et al., 2011). Outras espécies do gênero *Chrysoperla* também já foram citadas como agentes biocontroladores da mosca branca. Breene et al. (1992) observaram, em casa de vegetação, redução significativa da praga após a liberação de 25 a 50 larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae) por planta em *Hibiscus rosa-sinensis* L. Posteriormente, Trindade e Lima (2012) relataram a predação de 10 espécies de mosca branca por *Chrysoperla* sp. em diferentes espécies vegetais.

Apesar de não haver resultados de campo sobre o controle biológico de *B. tabaci* por meio da liberação de crisopídeos, existem resultados satisfatórios para o controle de outros hemípteros-praga. Hagley (1989) verificou, por meio da liberação de 335.000 ovos de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) por hectare, redução significativa no número de adultos ápteros e ninfas do pulgão da maçã *Aphis pomi* De Geer (Hemiptera: Aphididae) em pomar de macieira anã no Canadá. Malet et al. (1994) obtiveram sucesso no controle de *A. gossypii* ao liberarem larvas de segundo instar de *Chrysoperla lucasina* (Lacroix) (Neuroptera: Chrysopidae), na razão 1:20, em plantio de meloeiro no sul da França. Ainda, segundo os autores, somente o controle biológico foi suficiente para controlar a praga na área estudada.

No presente trabalho as médias de temperatura da região semiárida possivelmente favorecem infestações muito mais altas que as observadas na Europa, e até mesmo em outras regiões do Brasil. Esse fator pode acelerar os ciclos biológicos, demandar o uso de maiores quantidades e/ou frequência da liberação do predador e tornar necessária a conciliação com o maior número de técnicas de manejo possível.

A maior eficiência observada na liberação de larvas de segundo instar em relação à liberação de ovos do predador, pode estar relacionada ao fato de a larva, após a liberação, apresentar ação imediata na busca e consumo da presa. Além disso, os ovos ficam mais expostos à predação por outros organismos, como, por exemplo, formigas, uma vez que não apresentam qualquer capacidade de defesa, o que pode reduzir o número de larvas eclodidas, especialmente em condições de campo (Morris et al., 1998). Contudo, foi notório o aumento crescente no consumo de ovos e ninfas da mosca branca no tratamento com liberação de ovos de *C. externa*, após a segunda avaliação. Esta constatação pode estar relacionada ao fato de, na segunda liberação, as larvas provenientes dos primeiros ovos liberados poderem estar no terceiro instar, estágio em que o inseto consome cerca de 80% do total consumido na fase larval (Bortoli et al., 2006) e, portanto, o seu efeito não pôde ser observado na segunda avaliação. O pico de consumo no terceiro instar também é descrito em diversos trabalhos realizados sobre diferentes presas, inclusive mosca branca, em condições de laboratório e casa de vegetação (Boregas et al., 2003; Auad et al., 2005; Auad et al., 2007; Morando et al., 2014).

Com relação à pulverização dos inseticidas acetamiprido e abamectina, os mesmos possuem curto período de carência, sendo 3 e 7 dias, respectivamente (Agrofit, 2014). Esse fator permitiu que a liberação dos insetos fosse realizada o mais distante possível do período de pulverização, conforme observado na Figura 1, obedecendo principalmente os 3 dias de carência do acetamiprido, que é o mais tóxico a *C. externa* (Bezerra, não publicado). No presente trabalho, as liberações de *C. externa* demonstram ter incrementado o sistema de manejo de *B. tabaci* praticado pelo produtor, auxiliando na regulação populacional da praga. Embora maiores estudos sejam necessários, principalmente relacionados ao uso do predador na ausência do controle químico, a liberação inundativa de *C. externa* configurou-se como uma estratégia promissora de controle de *B. tabaci* nas áreas de produção comercial de melancia, representando um importante incremento e avanço para o MIP na cultura.

## **5 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro, e à fazenda Norfruit por ceder a área para realização dos experimentos.

## REFERÊNCIAS

Adriano, E., Toscano, L.C., Schlick, E.C., Maruyama, W.I., Santos, F.L., 2010. Desenvolvimento e capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentada com ninfas de mosca-branca criadas em hortaliças. Rev. Caatinga 23,1-6.

AGROFIT, 2014. Agrofit: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 11 Jul. 2014.

Alencar, J.A. Sistema de Produção de Melão. Sistema de Produção, 5. Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/pragas.html>. Acesso em: 10 jun. 2014.

Andrade Júnior, A.S., Rodrigues, B.H.N., Sobrinho, C.A., Bastos, E.A., Melo, F.B., Cardoso, M.J., Silva, P.H.S., Duarte, R.L.R., 2007. A cultura da melancia. Embrapa Meio-Norte, Coleção Plantar 57 (2 ed.), 84p.

Auad, A.M., Carvalho, C.F., Souza, B., Simões, A.D., Oliveira, S.A., Braga, A.L.F., Ferreira, R.B., 2007. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Acta Sci. Agron. 29, 29-32.

Auad, A.M., Carvalho, C.F., Souza, B., Trevizani, R., Magalhães, C.M.F.R., 2005. Desenvolvimento das fases imaturas, aspectos reprodutivos e potencial de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Acta Sci. Agron. 27, 327-334.

Auad, A.M., Toscano, L.C., Boiça Júnior, A.L., Freitas, S., 2001. Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotrop. Entomol 30, 429-432.

Barbosa, L.R., Carvalho, C.F., Souza, B., Auad, A.M., 2008. Eficiência de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) no controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em pimentão (*Capsicum annum* L.). Ciênc. Agrotec. 32, 1113-1119.

- Bezerra, C.E.S., Nogueira, C.H.F., Sousa, M.M., Souza, B., Araujo, E.L., 2014. Calcium hypochlorite for removing stalks on eggs of the green lacewing *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae). *Appl. Entomol. Zool.* 49, 10-12.
- Bezerra, C.E.S., Tavares, P.K.A., Macedo, L.P.M., Freitas, S., Araujo, E.L., 2010. Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) associated with melon crop in Mossoró, Rio Grande do Norte State, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 39, 454-455.
- Boregas, K.G.B., Carvalho, C.F., Souza, B., 2003. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. *Ciênc. Agrotec.* 27, 7-16.
- Braga Sobrinho, R., Guimarães, J.A., Araujo, E.L., Moreira, M.A.B., Mesquita, A.L.M., 2011. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. Documentos 143, Embrapa Agroindústria Tropical, 20p.
- Breene, R.G., Meagher JR, R.L., Nordlund, D.A., Wang, Y.T., 1992. Biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in a greenhouse using *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Control* 2, 9-14.
- Brown, J.K., Bird, J., 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in Americas and the Caribbean Basin. *Plant Dis.* 76, 220-225.
- Butler Jr, G.D., Henneberry, T.J., Stansly, P.A., Schuster, D.J., 1993. Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Fla. Entomol.* 76, 161-167.
- Caballero, R., Cyman, S., Schuster, D.J., 2013. Monitoring insecticide resistance in biotype B of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Florida. *Fla. Entomol.* 96, 1243-1256.
- Canard, M., Principi, M.M., 1984. Life histories and behaviour, in: Canard, M., Séméria, Y., New, T.R. (Eds), *Biology of Chrysopidae*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp. 57-149.
- Carvalho, C.F., Souza, B., 2009. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, V.H.P. (Ed.), *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. UFLA, Lavras, pp. 77-115.

Carvalho, G.A., Carvalho, C.F., Souza, B., Ulhôa, J.L.R., 2002. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 31, 615-621.

Carvalho, G.A., Santos, N.M., Pedroso, E.C., Torres, A.F., 2008. Eficiência do óleo de nim (*Azadiractha indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve – manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus Var. Acephala. Arq. Inst. Biol. 75, 181-186.

Cohen, A.C., Smith, L.K., 1998. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. Biol. Control 13, 49-54.

De Bortoli, S.A., Caetano, A.C., Murata, A.T., Oliveira, J.E.M., 2006. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. Rev. Biol. Ciênc. Terra 6, 145-152.

Fonseca, A.R., Carvalho, C.F., Souza, B., 2000. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). An. Soc. Entomol. Bras. 29, 309-317.

Freitas, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. Jaboticabal: Funep, 2001. 66p.

Freitas, S., Penny, N.D., 2001. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of brazilian agro-ecosystems. Proc. Calif. Acad. Sci. 52, 245-395.

Carvalho, G.A., Carvalho, C.F., Souza, B., Ulhôa, L.R., 2002. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 31, 615-621.

Grangeiro, L.C., Mendes, A.M.S., Negreiros, M.Z., Souza, J.O., Azevêdo, P.E., 2005. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. Rev. Caatinga 18, 73-81.

Hagley, E.A.C., 1989. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* Degeer (Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 121, 309-314.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção agrícola 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default\\_pdf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default_pdf.shtm)>. Acesso em: 10 jun. 2014.

Lima, L.H.C., Návía, D., Inglis, P.W., Oliveira, M.R.V., 2000. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. Genet. Mol. Biol. 23, 781-795.

Longhurst, C., Babcock, J.M., Denholm, I., Gorman, K., Thomas, J.D., Sparks, T.C., 2013. Cross-resistance relationships of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor with neonicotinoids and other insecticides in the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. Pest Man. Sci. 69, 809-813.

Maia, W.J.M.E.S., Carvalho, C.F., Souza, B., Cruz, I., Maia, T.J.A.F., 2004. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). Ciênc. Agrotec. 28, 1259-1268.

Malet J. C., Noyer C., Maisonneuve, J.C., Canard, M., 1994. *Chrysoperla lucasina* (Lacroix) (Neur., Chrysopidae), prédateur potentiel du complexe méditerranéen des *Chrysoperla* Steinmann: premier essai de lutte biologique contre *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) sur melon en France méridionale. J. Appl. Entomol. 118, 429-436.

Michereff Filho, M., Guimarães, J.A., Liz, R.S., 2010. Pragas da melancia e seu controle. Circular Técnica 92, EMBRAPA, 18p.

Morando, R., Toscano, L.C., Martins, G.L.M., Eduardo, W.I., Maruyama, W.I., Santos, L.S., 2014. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. Agrarian 7, 42-48.

Morris, T.I., Campos, M., Jervis, M.A., McEwen, P.K., Kidd, N.A.C., 1998. Potential effects of various ant species on green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae) egg numbers. J. Appl. Entomol. 122, 401-403.

Murata, A.T., Caetano, A.C., Bortoli, S.A., Brito, C.H., 2006. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. Rev. Caatinga 19, 304-309.

Palumbo, J.C., Horowitz, A.R., Prabhaker, N., 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20, 739-765.

Pessoa, L.G.A., Souza, B., Silva, M.G., 2004. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) criado em quatro cultivares de algodoeiro. Arq. Inst. Biol. 71, 197-202.

Ribeiro, L.J., Berti Filho, E., Macedo, L.P.M., Magro, S.R., 2007. Predação da lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Rev. Caatinga, v. 20, n. 1, p. 100-105

Roel, A.R., Vendramim, J.D., Frighetto, R.T.S., Frighetto, N., 2000. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. Bragantia 59, 53-58.

Schlick-Souza, E.C., Toscano, L.C., Souza-Schlick, G.D., Adriano, E., Maruyama, W.I., Peres, A.J.A., 2011. Capacidade predatória de *Chrysoperla externa* sobre *Bemisia tabaci* biótipo B expostas ao fungo *Metarhizium anisopliae*. Scientia Agraria 12, 121-126.

Silva, C.G., Souza, B., Auad, A.M., Bonani, J.P., Torres, L.C., Carvalho, C.F., Ecole, C.C., 2004. Desenvolvimento das fases imaturas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de *Bemisia tabaci* criadas em três hospedeiros. Pesq. Agropec. Bras. 39, 1065-1070.

Trindade, T., Lima, A.F., 2012. Predação de espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Estado do Rio de Janeiro – Brasil. Entomotropica 27, 71-75.

**(VERSÃO PRELIMINAR)**