



RODRIGO LOPES DE OLIVEIRA

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) ALIMENTADA COM *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) CONTAMINADOS COM O *Potato leafroll virus* (PLRV)

**LAVRAS – MG
2014**

RODRIGO LOPES DE OLIVEIRA

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861)
ALIMENTADA COM *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) CONTAMINADOS
COM O *Potato leafroll virus* (PLRV)**

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

Orientador
Dr. Geraldo Andrade Carvalho
UFLA

**LAVRAS – MG
BRASIL**

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

Oliveira, Rodrigo Lopes de.

Aspectos bioecológicos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) alimentada com *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) contaminados com o *Potato leafroll virus* (PLRV) / Rodrigo Lopes de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2014.

42 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Geraldo Andrade de Carvalho.

Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum*. 2. Crisopídeo. 3. Afídeo. 4. Vírus fitopatogênico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.747

RODRIGO LOPES DE OLIVEIRA

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861)
ALIMENTADA COM PULGÕES *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)
CONTAMINADOS COM O *Potato leafroll virus* (PLRV)**

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

Aprovada em 20 de fevereiro de 2014.

Dra. Antônia dos Reis Figueira	UFLA
Dra. Flor Budia Marigil	UPM

Dr. Geraldo Andrade Carvalho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS – MG

2014

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por tudo que já me concederam e por estarem sempre presentes em meu caminho

AGRADEÇO.

Aos meus pais, Renato Heitor de Oliveira e Regina Celi Viana Lopes Oliveira, pela amizade, amor, carinho, companheirismo, compreensão, dedicação e paciência durante toda essa caminhada

DEDICO.

Aos meus avós, Joaquim Lopes e Maria Selma Viana Lopes, pelo seu amor, dedicação e acolhimento; aos meus irmãos Renan Lopes de Oliveira e Rafael Lopes de Oliveira pela amizade, amor e companheirismo

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Entomologia - DEN pela oportunidade concedida para realização do curso de Mestrado em Entomologia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado e também a FAPEMIG e CAPES pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho, por sua orientação, amizade, dedicação e pelos seus ensinamentos que sempre foram decisivos para o meu crescimento profissional.

Aos estagiários do Laboratório de Ecotoxicologia, Thais Fagundes, Brenda Freire, Dyrson Abbade Neto e Lucas Guimarães pelo companheirismo e valiosa ajuda na condução dos experimentos.

Aos amigos de pós-graduação e do Laboratório de Estudos de Seletividade, DeJane Santos, Ronelza Zaché e Mariana Abreu pela amizade e boa convivência no laboratório.

Aos grandes amigos, Rafaella Sâmia, Valéria Moscardini, Pablo Gontijo e Jader Maia que não mediram esforços para me ajudar em tudo o que foi preciso durante este tempo, ajudando nos experimentos e análises ou apenas em um simples e valioso conselho.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da UFLA, em especial a Eliana Andrade (Leia), Irene Teodoro, Julio Augusto, Andréa de Fatima, Lisiane e Erica pela amizade e harmoniosa convivência.

Aos Funcionários do Departamento de Fitopatologia da UFLA, que me auxiliaram no cultivo e manutenção das plantas na casa de vegetação e nos testes para detecção de vírus.

A todos que fizeram parte de minha vida durante esses dois anos de mestrado, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Dentre os insetos que causam danos à cultura da batateira, destaca-se o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), que devido à sucção de seiva, diminui o crescimento vegetativo e o tamanho dos tubérculos sendo também o principal transmissor de vírus fitopatogênicos como *Potato leafroll virus* (PLRV). Para evitar disseminação da doença pelos pulgões, há necessidade de controle do vetor, sendo que um importante método é a utilização de agentes de controle biológico. Considerando *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) como um importante agente de controle biológico desse inseto praga, o objetivo do trabalho foi avaliar a preferência alimentar desse predador ao pulgão *M. persicae* contaminado com o PLRV ou sadio, bem como estudar os efeitos letal e subletal sobre *C. cubana* quando larvas de 1º instar dessa espécie foram alimentadas com pulgões *M. persicae* contaminados com o vírus PLRV. Formaram-se arenas contendo 2 discos foliares de batateira infestados com pulgões sadios e 2 discos com pulgões infectados com PLRV. Uma larva de terceiro instar do predador foi liberada no centro de cada arena e foi observada sua preferência alimentar. Para avaliar os efeitos letal e subletal sobre *C. cubana*, larvas de primeiro instar foram alimentadas com *M. persicae* contaminados com o vírus PLRV ou pulgões sadios ou com ovos de *Ephesthia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) até atingirem o estágio de pupa. Avaliaram-se duração e sobrevivência de cada instar larval; período larval; duração e sobrevivência de pupas formadas, bem como a razão sexual dos adultos. Os adultos sobreviventes de cada tratamento foram separados em casais para avaliação da proporção de fêmeas férteis, período de pre-oviposição, fecundidade e viabilidade dos ovos. Os insetos que se alimentaram com pulgões sadios apresentaram maior período larval, seguidos dos que se alimentaram de pulgões contaminados ou ovos de *E. kuehniella*. A duração do período de pupa foi maior para o tratamento onde os crisopídeos receberam pulgões sadios ou ovos de *E. kuehniella*. A sobrevivência de larvas, pupas, bem como dos adultos não foi influenciada pela dieta alimentar. A alimentação com pulgões contaminados reduziu a proporção de fêmeas férteis e prolongou o período de pré-oviposição desses predadores. Os demais parâmetros reprodutivos estudados não foram influenciados pelo tipo de alimentação. Larvas de terceiro instar de *C. cubana* não apresentaram preferência alimentar para pulgões infectados ou não infectados com o PLRV.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*. Crisopídeo. Afídeo. Vírus fitopatogênico.

ABSTRACT

The aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), stands out as an important pest of the potato crop. Due to the sucking of sap, it decreases the plant fitness, size of tubercles and it is also the main vector of pathogenic viruses such as *Potato leafroll virus* (PLRV). To prevent the spread of the disease by the aphids, it is necessary to control the vector and an important control method is the use of biological control agents. Considering *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) as an important biological control agent of this pest, this study aimed to assess the feeding preference of this predator for the aphid *M. persicae* infected or not with PLRV viruses, as well as to study the lethal and sub lethal effects on *C. cubana* when first instar larvae of this species were fed with aphids infected with the PLRV. Arenas were made containing 2 leaf potato discs infested with healthy aphids and 2 discs infested with aphids infected with PLRV. A third instar larva of the predator was released in the center of each arena to observe its feeding preference. To assess the lethal and sublethal effects on *C. cubana*, first instar larvae were fed with *M. persicae* infected with PLRV viruses, healthy aphids or eggs of *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) until reaching the pupal stage. We evaluated survival and duration of each larval instar, larval period, duration and survival of pupae formed and the sex ratio of adults. The adults from each treatment were separated into couples for assessment of the proportion of fertile females, pre-oviposition period, fecundity and egg viability. The insects fed with healthy aphids had a higher larval period, followed by those fed with infected aphids or *E. kuehniella* eggs. The duration of the pupal period was higher in the treatment where the lacewings received healthy aphids or eggs of *E. kuehniella* as food. The survival of larvae, pupae and adults were not influenced by the diet. Feeding of contaminated aphids reduced the proportion of fertile females and extended the pre-oviposition period of these predators. Other reproductive parameters studied were not influenced by the type of food. Third instar larvae of *C. cubana* showed no feeding preference for aphids infected or not infected with PLRV.

Keywords: *Solanum tuberosum*. Green lacewing. Aphid. Plant pathogenic viruses.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Cultura da batateira.....	13
2.2 Aspectos morfológicos e bioecológicos do pulgão <i>M. persicae</i>	14
2.3 Importância do vírus do enrolamento da folha da batateira – PLRV15	
2.4 Aspectos morfológicos e bioecológicos do predador <i>C. cubana</i>	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Condução dos bioensaios	20
3.2 Manutenção das plantas de batata infectadas e não infectadas com PLRV	20
3.3 Criação de manutenção de <i>M. persicae</i>	20
3.4 Criação de manutenção de <i>C. cubana</i>	21
3.5 Influência do consumo de pulgões infectados com PLRV no desenvolvimento e reprodução de <i>C. cubana</i>	22
3.6 Preferência alimentar de <i>C. cubana</i> por pulgões infectados ou não com PLRV	23
3.7 Análise dos dados.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Efeito do PLRV sobre <i>C. cubana</i> em sua fase imatura.....	25
4.2 Efeito do PLRV nos parâmetros reprodutivos de <i>C. cubana</i>	30

4.3 Influência do PLRV na sobrevivência de adultos de <i>C. cubana</i>	32
4.4 Preferência alimentar de <i>C. cubana</i> a pulgões sadios ou infectados com PLRV	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil e no mundo, sendo um produto de grande expressão econômica para o Brasil, EUA e a Europa. Na safra do ano de 2012, a produção brasileira foi de 3.511.892 toneladas em uma área de cultivo de aproximadamente 130.402 hectares (AGRIANUAL, 2013).

Dentre os insetos que causam danos à cultura da batateira, destaca-se o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), que devido à sucção de seiva, diminui o crescimento vegetativo e o tamanho dos tubérculos sendo também o principal transmissor de vírus fitopatogênicos como *Potato leafroll virus* (PLRV) e *Potato virus Y* (PVY) (LARA et al., 2004; SOUZA-DIAS, 1995).

O PLRV é um vírus de ação circulativa e coloniza os tecidos do floema da planta infectada, sendo capaz de provocar redução acentuada do rendimento e da qualidade da batata, devido ao menor crescimento da planta e enrolamento dos seus folíolos (D'ARCY; DOMIER, 2005). Ao sugar a seiva da planta infectada, o pulgão adquire o vírus e as partículas do PLRV estarão associadas às suas glândulas salivares (JEGER et al., 2004). Quando infectado com o vírus, o pulgão se desenvolve mais rápido, tem maior fecundidade e longevidade, e preferencialmente, se instala em batateiras infectadas com PLRV do que em plantas de batata saudáveis ou infectadas com outras viroses como o PVY e PVX (McMENEMY et al., 2012).

Para evitar a disseminação da doença pelos pulgões, há a necessidade de controle do vetor, o que geralmente é realizado por meio de inseticidas via pulverização foliar ou por meio da aplicação de produtos sistêmicos distribuídos no solo. Entretanto, esses compostos podem provocar desequilíbrios biológicos, contaminação do aplicador, seleção de populações resistentes, ressurgência e

aparecimento de novas pragas, resíduos em alimentos e contaminação ambiental. Desta forma, o uso de métodos alternativos de controle de pulgões na cultura da batateira é de suma importância para se evitar tais problemas advindos do uso indiscriminado de agrotóxicos.

Nesse sentido, o controle biológico de afídeos com o uso de crisopídeos já é uma alternativa utilizada em diversos países (MAISONNEUVE, 2001). Dentre as diferentes espécies de crisopídeos, *Ceraeochrysa cubana* (Hagem, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) destaca-se como potencial agente de controle biológico de *M. persicae*. As larvas de *C. cubana* são polífagas, possuem grande habilidade para locomoção nas plantas e alta capacidade de busca das presas, além de apresentarem ampla adaptabilidade a variações de temperatura, consumindo uma grande quantidade de presas durante sua vida, características estas que tornam esta espécie um eficiente predador de afídeos (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Considerando *C. cubana* como um importante agente de controle biológico desse inseto praga, o objetivo do trabalho foi estudar os efeitos letal e subletal sobre *C. cubana* quando larvas de 1º instar desse predador foram alimentadas com pulgões *M. persicae* contaminados com o PLRV, bem como avaliar a preferência alimentar de *C. cubana* ao pulgão *M. persicae* contaminado com o PLRV ou sadio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da batateira

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Solanales, família Solanaceae, gênero *Solanum* e espécie *Solanum tuberosum*. A planta de batata apresenta caules aéreos, herbáceos e suas raízes originam-se na base desses caules ou hastes. O sistema radicular é delicado e superficial, com raízes concentrando-se até 30 cm de profundidade. Suas folhas são compostas por folíolos arredondados e as flores hermafroditas apresentam-se reunidas em inflorescência no topo da planta. Predomina a autopolinização, originando um pequeno fruto verde, que contém numerosas sementes minúsculas e viáveis (FILGUEIRA, 2003).

O tubérculo de batata é, seguramente, um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo e sob as mais variadas formas (batatas cozidas, fritas, assadas e em purê). Originária da América do Sul, a batata foi levada para Espanha no século XVI, tendo-se, posteriormente, expandida pela Europa e por todo o mundo (KIRKMAN, 2007; MCGREGOR, 2007). A batata constituiu, durante os últimos séculos, a base da alimentação humana (LOPES; BUSO, 1997).

A batateira é uma das hortaliças mais produzidas no Brasil, sendo que, no ano de 2012 a produção total do Brasil foi de 3.785.258 toneladas, cultivadas em uma área de aproximadamente 100.537,5 hectares. O maior estado produtor é Minas Gerais, seguido pelo Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, onde juntos são responsáveis por 74% da produção nacional (AGRIANUAL, 2013).

Associada à cultura da batateira há uma grande diversidade de insetos pragas e ácaros que causam danos à cultura, depreciando os tubérculos, sugando fotoassimilados ou consumindo a área foliar. Dentre estes insetos pragas,

destaca-se o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) que devido à sucção contínua de seiva, diminui o crescimento vegetativo e o tamanho dos tubérculos, sendo também o principal transmissor de vírus fitopatogênicos como o PLRV e o PVY (LARA et al., 2004; SOUZA-DIAS, 1995).

2.2 Aspectos morfológicos e bioecológicos do pulgão *M. persicae*

A espécie *M. persicae*, conhecida como pulgão verde da batata (PVB), destaca-se dentre as 64 espécies que compõem o gênero *Myzus* como a mais importante do ponto de vista agrícola. É um inseto polífago e está associado a várias culturas economicamente importantes, além de possuir uma ampla distribuição mundial. Mede cerca de 2 mm de comprimento, sendo de forma áptera; apresenta coloração verde clara e a forma alada é verde e possui antenas e tórax pretos. Em clima seco e quente, as novas fêmeas tornam-se adultas e passam a reproduzir-se em 2 a 3 dias (FREITAS, 2002).

O desenvolvimento biológico de afídeos é relativamente rápido e passa por quatro instares (WILLIAMS; DIXON, 2007). A velocidade de crescimento de sua população está diretamente influenciada por fatores bióticos como a espécie e o estado vegetativo da planta hospedeira e por fatores abióticos como a radiação solar e temperatura (BALE; PONDER; PRITCHARD, 2007).

Esses pulgões vivem em colônias, causando danos diretos pela contínua sucção de seiva das plantas, o que provoca o encarquilhamento e o enrolamento das folhas e dos ramos novos, comprometendo o desenvolvimento da planta. Além dos danos diretos, também causam danos indiretos. Um dos maiores problemas causados por esses insetos é a transmissão de vírus, mas causam também redução da respiração e fotossíntese das plantas devido à fumagina (TARIQ et al., 2012).

O pulgão verde é capaz de transmitir mais de 120 viroses de plantas em aproximadamente 30 famílias, incluindo culturas de caráter econômico no mundo inteiro (EMDEN; HARRINGTON, 2007). Esse é considerado como o mais importante vetor dos vírus PLRV e do PVY (SALLES, 2002).

Eigenbrode et al. (2002) estudando a relação vírus-vetor-plantas, observaram que houve maior preferência de *M. persicae* por plantas de batata infectadas com PLRV em relação às plantas sadias ou infectadas com os vírus PVX e PVY. Neste estudo foi encontrado aumento na emissão de compostos voláteis das plantas contaminadas com o PLRV em relação às demais, ou seja, plantas sadias ou infectadas pelos vírus PVY e PVX. Este fato pôde ser explicado por meio do estudo de Srinivasan et al. (2006), onde afirmaram que a preferência alimentar de *M. persicae* por plantas infectadas com PLRV sobre as não infectadas, baseia-se principalmente em estímulos olfativos. Segundo Rajabaskar, Bosque-Pérez e Eigenbrode (2013), plantas de batata infectadas com PLRV emitem uma quantidade maior de compostos voláteis em relação a plantas sadias.

Os pulgões *M. persicae* são comumente controlados com produtos químicos, mas naturalmente, são predados por crisopídeos, como a espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagem, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) que é predadora em potencial de várias pragas agrícolas em diversas culturas de interesse econômico.

2.3 Importância do vírus do enrolamento da folha da batateira – PLRV

O enrolamento das folhas da batateira é uma virose causada pelo *Potato leafroll virus* – PLRV, da família Luteoviridae e gênero *Poterovirus*, sendo essa espécie comum em várias partes do mundo (D'ARCY; DOMIER, 2005). O PLRV permanece alojado em tecidos do floema da planta infectada e os

sintomas manifestam-se pela paralização de crescimento da planta e enrolamento para cima dos bordos dos folíolos das folhas baixas que adquirem consistência coriácea (D'ARCY; DOMIER; MAYO, 2000).

O PLRV é uma das viroses da batateira que sempre esteve mais diretamente associada à degenerescência da batata-semente, em praticamente todos os países produtores do mundo. No Brasil, o PLRV sempre foi apontado como a principal razão da dificuldade que os produtores brasileiros têm na manutenção de lotes de batata-semente livre de vírus (classe básica) em multiplicações sucessivas em campo (FIGUEIRA, 1995; SOUZA-DIAS, 1995).

O vírus do enrolamento da folha da batateira faz com que o rendimento e a qualidade da batata diminuam significativamente. A eficiente proteção contra altas incidências de PLRV em batata destinado à semente é realizada com aplicação de inseticidas dirigidos ao controle de pulgões (HULL, 2002), particularmente da espécie *M. persicae*, mais importante e praticamente única espécie reconhecida, em nível mundial, como transmissora da virose do enrolamento das folhas das batateiras. Porém, Lowery e Boiteau (1988) afirmaram que a utilização de inseticidas, como os piretroides, organofosforados e carbamatos podem induzir mudanças no comportamento dos afídeos, estimulando o seu movimento e aumentando a sua atuação na disseminação, pois há um maior estímulo a fazer mais picadas e, conseqüentemente, mais plantas serão infectadas com os vírus. Segundo Anstead, Mallet e Denholm (2007), uso extensivo de inseticidas tem levado à seleção de resistência de *M. persicae* à maioria das classes químicas, incluindo organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretroides.

O vírus é denominado persistente e circulativo no inseto vetor. Nesse tipo de relação vírus-vetor, há uma necessidade maior de tempo de alimentação do inseto na planta, tanto para aquisição como para transmissão do vírus, os quais ocorrem somente após o vírus “circular” pelo sistema digestivo do inseto

vetor. Por essa razão, algumas poucas espécies de afídeos são vetores do PLRV, destacando-se a *M. persicae* como disseminadora do PLRV em batatais (JEGER et al., 1998, 2004; NAULT, 1997), sendo necessário o seu controle para evitar a contaminação da lavoura.

A presença do PLRV na planta pode ser confirmada pelo teste DAS-ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*). Este teste se baseia em reações antígeno-anticorpo detectáveis através de reações enzimáticas. A enzima mais comumente utilizada nestas provas é a fosfatase alcalina, que catalisa a reação de desdobramento da água oxigenada (H_2O_2) em H_2O mais O_2 . Nesse método, uma enzima, que reage com um substrato incolor para produzir um produto colorido, é covalentemente ligada a um anticorpo específico que reconhece um antígeno alvo. Se o antígeno estiver presente, o complexo anticorpo-enzima irá ligar-se a ele e a enzima catalisará a reação, portanto, a presença de produto colorido indica a presença de antígeno (VOLLER et al., 1976).

2.4 Aspectos morfológicos e bioecológicos do predador *C. cubana*

Os crisopídeos são predadores potenciais de várias pragas agrícolas em diversas culturas de interesse econômico. As larvas desses insetos possuem uma grande importância no controle natural de pulgões, cochonilhas, ovos e lagartas de lepidópteros (FREITAS, 2002). O fato de que os crisopídeos são encontrados em diversos ambientes, é outro fator que pode favorecer o uso desses insetos no controle biológico de pragas (CARVALHO; SOUZA, 2009).

Os adultos de *C. cubana* apresentam hábitos noturnos e diurnos, sendo encontrados em repouso ou se alimentando sob as folhas das árvores. Nesta fase, estes insetos não são predadores, ou seja, se alimentam de pólen, “honeydew” e néctar. Os crisopídeos tendem a ovipositar em locais onde encontram seu alimento, sendo assim, os insetos desta espécie vão depositar seus ovos próximo

à colônia de afídeos ou em locais com abundância em pólen ou néctar (CANARDI; VOLKOVICH, 2001; DUELI, 1984).

Os adultos de *C. cubana* possuem o tegumento delicado medindo cerca de 10 a 15 mm de comprimento, coloração esverdeada, antenas filiformes e asas hialinas. Cada fêmea ovíparita em média, cerca de 600 ovos durante toda sua vida. Estes ovos são esféricos e depositados na extremidade de um fio delgado (pedicelo) produzido por glândulas coletóricas; sua coloração varia de amarelo a verde-azulada quando ovíparita, mas escurece à medida que o embrião se desenvolve (FREITAS, 2002). As larvas são do tipo campodeiforme, apresentando pernas ambulatoriais e peças bucais bem desenvolvidas (BORROR; DELONG'S, 2011). Larvas de *C. cubana* são distinguidas pela ausência de uma marcação intermandibular e presença de muitas cerdas longas (TAUBER et al., 2000).

As larvas dos crisopídeos são predadoras e possuem uma grande eficiência na localização de suas presas, devido à sua grande capacidade de movimento, buscando ativamente suas presas (PENNY, 2005). Em sua fase imatura, *C. cubana* apresenta o hábito de cobrir o dorso com detritos, formando uma camada protetora contra inimigos naturais, sendo que esta camada é renovada a cada ecdise (TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2003). Por esta razão, elas são chamadas de “carregadoras de lixo” ou “larvas lixeiras” (EISNER et al., 2002).

As larvas dessa espécie trocam de tegumento 3 vezes, sendo o terceiro instar o mais prolongado. Ao final do terceiro instar, as larvas vão procurar um lugar protegido para confeccionar seu casulo esférico de seda branca, onde passará as fases de pré-pupa e pupa. A confecção do casulo pode ocorrer num período de 24 a 48 horas, e novos adultos do crisopídeo, normalmente irão emergir 15 a 20 dias após a fase de pré-pupa (FREITAS, 2002). As presas são

muito importantes para esses insetos, pois se forem inadequadas podem causar incapacidade do inseto em tecer o casulo (ALBUQUERQUE, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condução dos bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Ecotoxicologia do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais, no período de fevereiro a novembro de 2013.

3.2 Manutenção das plantas de batata infectadas e não infectadas com PLRV

Para estabelecer o cultivo das plantas, batata-semente cultivar Ágata, infectada e não infectada com PLRV, foram adquiridas do Centro de Indexação de Virose da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. Os tubérculos foram cultivados em substrato comercial à base de vermiculita e matéria orgânica (Plantmax[®]) em vasos plásticos (3 L), com adubação de pré-plantio de 4 mg/ha de NPK 4-14-8 (12% Ca). Para evitar contaminações, as plantas não infectadas com PLRV foram isoladas em gaiolas revestidas por organza (90 x 50 x 50 cm). Todas as plantas foram mantidas em casa de vegetação a $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e luz natural. Para a criação de *M. persicae* e realização dos bioensaios foram utilizadas folhas completamente expandidas de plantas de batateira nos estágios 2 e 3 de desenvolvimento, que corresponde a 40-50 dias após a emergência.

3.3 Criação de manutenção de *M. persicae*

A criação de *M. persicae* foi conduzida em folhas de plantas de batata infectadas e não infectadas com PLRV. Para isso, estas folhas foram colocadas em placas de Petri (15 cm diâm.) com solução ágar-água (1%) para manter sua turgescência. Para cada placa foram transferidos, com auxílio de pincel fino, aproximadamente 200 pulgões *M. persicae*. As placas foram vedadas com filme plástico perfurado para permitir a aeração e evitar o acúmulo de umidade. A cada 4 dias os insetos foram transferidos para novas placas, contendo folhas de batata infectadas ou não infectadas com PLRV. A criação foi mantida em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D). Para confirmar a infecção de *M. persicae* com PLRV, a cada quinze dias, amostras dos insetos criados em folhas de batata infectadas e não infectadas com PLRV, foram submetidas ao teste sorológico DAS-ELISA, utilizando soro da empresa AGDIA, seguindo protocolo do fabricante.

3.4 Criação de manutenção de *C. cubana*

Cerca de 40 adultos de *C. cubana*, provenientes da criação de laboratório foram colocados em gaiolas de PVC (15 cm diâm. x 20 cm alt.) com a extremidade superior vedada com organza e a inferior apoiada em bandeja plástica (30 cm diâm.). A parede interna da gaiola foi revestida com papel-filtro, que serviu como substrato para oviposição. Aos insetos foi ofertada dieta artificial composta por lêvedo de cerveja e mel (1:1), colocada em fitas de Parafilm[®] penduradas no interior da gaiola e água em chumaço de algodão umedecido colocado sobre o tecido que recobriu as gaiolas. A cada 48h os ovos destes adultos foram recolhidos e as larvas provenientes destes ovos foram individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm diâm. x 8,5 cm alt.). Estas larvas

foram alimentadas com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) obtidas da Insecta Agentes Biológicos, Lavras, MG, Brasil, até formação das pupas. Após a emergência dos adultos, estes foram transferidos para uma nova gaiola de PVC (como descrito acima) para o acasalamento e produção da próxima geração. Os insetos foram mantidos em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

3.5 Influência do consumo de pulgões infectados com PLRV no desenvolvimento e reprodução de *C. cubana*

Os tratamentos foram constituídos por larvas de primeiro instar do crisopídeo alimentadas com pulgões virulíferos ou pulgões não-virulíferos ou ovos de *E. kuehniella*. Nos tratamentos em que os crisopídeos foram alimentados com pulgões, estes, foram transferidos diariamente da criação de pulgões saudáveis ou virulentos para a arena-teste. Em cada arena (placa de Petri de 5 cm de diâmetro forrada com um disco de papel-filtro), foi confinada uma larva de primeiro instar de *C. cubana*. As larvas se alimentaram de pulgões ou ovos de *E. kuehniella ad libitum*, a cada 24 horas até atingirem a fase pupal. A quantidade de alimento foi baseada em testes preliminares (consumo médio de pulgões ou ovos de *E. kuehniella* por dia) de forma a representar igual biomassa total.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e oito repetições, sendo cada repetição constituída de 6 arenas, mantidas em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

Para avaliação de parâmetros reprodutivos de adultos provenientes de larvas que se alimentaram de pulgões contaminados com vírus ou saudáveis ou com

ovos de *E. kuehniella*, os casais sobreviventes de cada tratamento (mínimo 5 casais/tratamento) foram individualizados em gaiolas de PVC (10 cm diâm. x 10 cm alt.) revestidas com papel-filtro, contendo alimento e água, como descrito no subitem 3.4.

Foram avaliados os parâmetros biológicos de *C. cubana*: duração e sobrevivência dos instares larvais e do período larval total; duração e sobrevivência pupal, razão sexual ($\Sigma\text{♀} / \Sigma(\text{♀} + \text{♂})$), proporção de fêmeas férteis, período de pré-oviposição, fecundidade dos primeiros 27 dias após o período de pré-oviposição, viabilidade dos ovos e longevidade dos insetos.

3.6 Preferência alimentar de *C. cubana* por pulgões infectados ou não com PLRV

Foram utilizadas folhas de batateira infectadas com vírus PLRV e saudáveis, as quais foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (1%) por um período de 5 minutos e, após o enxague em água corrente, foram confeccionados discos foliares de 4 cm de diâmetro. Os discos das folhas de batateira infectadas ou não, foram infestados com aproximadamente 10 pulgões contaminados ou não. Após três dias, os adultos foram removidos das folhas deixando somente as ninfas de sua progênie (cerca de 30 ninfas/disco).

Em seguida, os discos foliares contendo as ninfas foram distribuídos de forma equidistantes nas extremidades das placas de Petri de 15 cm diâmetro (arenas). Cada placa foi constituída de quatro discos foliares, sendo dois contendo pulgões contaminados com o vírus PLRV e os outros dois com pulgões saudáveis. No centro de cada arena foi liberada uma larva de terceiro instar de *C. cubana*, mantida sem alimento por um período de seis horas antes do início do

bioensaio. A preferência alimentar de 30 larvas de *C. cubana* foi avaliada aos 15, 30, 60, 90, 105 e 120 minutos para cada tratamento.

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, constituído de 30 arenas, as quais foram mantidas em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

3.7 Análise dos dados

Dados de desenvolvimento e reprodução foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ($P > 0,05$) para verificação da normalidade e homocedasticidade, respectivamente (PROC UNIVARIATE, SAS INSTITUTE, 2008). Posteriormente, estes dados foram submetidos a one-way ANOVA e as médias dos tratamentos comparadas pelo Tukey a $P < 0,05$ (PROC GLM, SAS INSTITUTE, 2008).

A sobrevivência dos adultos foi submetida à análise de sobrevivência utilizando o procedimento não-paramétrico LIFETEST (SAS INSTITUTE, 2008). Este procedimento permite estimar curvas de sobrevivência pelo método Kaplan-Meier a partir da proporção de insetos sobreviventes do início até o fim do bioensaio. Razão sexual, proporção de fêmeas férteis e dados da preferência alimentar foram submetidos ao teste Qui-quadrado a $P < 0,05$ (PROC FREQ, SAS INSTITUTE, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do PLRV sobre *C. cubana* em sua fase imatura

O desenvolvimento do primeiro instar larval de *C. cubana* foi prolongado quando o predador se alimentou de pulgões infectados com PLRV ($F_{2,21} = 5,47$; $P = 0,012$). Entretanto, a alimentação das larvas de *C. cubana* com pulgões infectados com PLRV e ovos de *E. kuehniella* acelerou o desenvolvimento das larvas de segundo instar ($F_{2,21} = 52,56$; $P < 0,001$). O tempo de desenvolvimento de larvas de terceiro instar não diferiu entre a alimentação do predador com pulgões infectados e não infectados com PLRV, mas ambos os tratamentos diferiram do regime alimentar com ovos de *E. kuehniella* ($F_{2,21} = 5,87$; $P = 0,009$). A alimentação de *C. cubana* com pulgões *M. persicae* prolongou seu desenvolvimento larval. Entretanto o regime alimentar com pulgões infectados com PLRV apresentou menor tempo de desenvolvimento larval comparado a pulgões não infectados ($F_{2,21} = 22,72$; $P < 0,001$). O desenvolvimento das pupas de *C. cubana* foi reduzido no tratamento com pulgões infectados com PLRV ($F_{2,21} = 3,56$; $P = 0,047$) (Tabela 1).

A menor duração dos instares larvais ocasionadas pela alimentação de ovos de *E. kuehniella* pode ser em função da maior disponibilidade de nutrientes oferecidos por este tipo de alimento, visto que, o vitelo do ovo possui uma grande carga de nutrientes capaz de alimentar a larva por todo o seu período embrionário (PARRA, 2009), demonstrando que estes insetos são sensíveis à qualidade de suas presas (HAJEK, 2004). Em um programa de controle biológico o fato de este predador ter sua fase larval prolongada é vantajoso, pois é nesta fase em que este inseto se alimenta de afídeos, porém este prolongamento não pode comprometer seu desenvolvimento, bem como seu

potencial reprodutivo (ALBUQUERQUE, 2009). Estes resultados corroboram com aqueles de Santa-Cecília, Souza e Carvalho (1997), os quais ao estudarem a influência de diferentes dietas na fase imatura de *C. cubana*, constataram menor duração dos instares quando essa espécie do predador alimentou-se somente de ovos de *E. kuehniella*. Nos tratamentos onde o predador se alimentou somente do afídeo *Toxoptera sp* (Hemiptera: Aphididae), a duração dos instares foi prolongada.

A qualidade do alimento interferindo no tempo de desenvolvimento de predadores também foi observado por Dutton et al. (2002), onde *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentou-se de diferentes presas, mantidas em plantas de milho contendo *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Bt). Ao se alimentar de *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae), os crisopídeos não tiveram sua biologia afetada, pois o afídeo, não ingeriu a proteína durante a sua alimentação, permanecendo sadio (HEAD et al., 2001; RPAS et al., 2001), ao contrário do PLRV que, quando adquirido pelo pulgão, passa pela hemolinfa e se aloja nas glândulas salivares desse afídeo, mantendo-o infectado (JEGER et al., 2004). Porém, quando o *C. carnea* foi alimentado com lagartas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) infectadas com Bt, este predador teve seu desenvolvimento mais lento, comparado aos que se alimentaram de *S. littoralis* sem a proteína Bt. Segundo Hilbeck et al. (1999), a proteína quando ingerida por *S. littoralis*, tem sua estrutura modificada tornando-a ainda mais tóxica ao indivíduo do próximo nível trófico.

Os regimes alimentares não afetaram a sobrevivência de nenhum dos instares larvais; primeiro ($F_{2,21} = 1,40$; $P = 0,269$), segundo e terceiro ($F_{2,21} = 1,00$; $P = 0,385$), conseqüentemente não alterou a sobrevivência larval total ($F_{2,21} = 2,68$; $P = 0,092$). A sobrevivência das pupas de *C. cubana* também não foi afetada pelos regimes alimentares ($F_{2,21} = 1,51$; $P = 0,243$) (Tabela 2). Os

resultados encontrados no presente trabalho indicam que *C. cubana* atuando no controle biológico de pulgões na cultura da batateira pode alimentar-se normalmente desses afídeos contaminados com o vírus do PLRV, e não terão sua sobrevivência afetada, controlando a densidade populacional de *M. persicae*, bem como a disseminação da virose.

Estudando a relação tritrófica entre predador, presa e qualidade do alimento da presa, Moraes et al. (2004) alimentaram *C. externa* com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphidae) na qual foram alimentados de plantas de trigo contendo silício e observaram que estes predadores não tiveram a sobrevivência e razão sexual afetadas, comparado aos insetos que se alimentaram de pulgões que foram mantidos em folhas que não continham silício.

Tabela 1 Duração de desenvolvimento dos instares larvais, das fases larval e pupal de *Ceraeochrysa cubana* quando alimentada com ovos de *Ephestia kuehniella* ou *Myzus persicae* infectados ou não infectados com o vírus PLRV. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

Regime alimentar	Duração de desenvolvimento (dias)				
	Instar larval			Fase larval	Fase pupal
	I	II	III		
Ovos <i>E. kuehniella</i>	$4,04 \pm 0,03$ b	$2,96 \pm 0,03$ b	$5,04 \pm 0,13$ b	$12,04 \pm 0,13$ c	$13,55 \pm 0,19$ ab
<i>M. persicae</i> infectado	$4,57 \pm 0,15$ a	$3,28 \pm 0,13$ b	$5,80 \pm 0,28$ a	$13,66 \pm 0,34$ b	$13,27 \pm 0,18$ b
<i>M. persicae</i> não infectado	$4,43 \pm 0,13$ ab	$4,39 \pm 0,12$ a	$5,98 \pm 0,18$ a	$14,80 \pm 0,35$ a	$13,99 \pm 0,21$ a

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 2 Sobrevivência dos instares larvais e das fases larval e pupal de *Ceraeochrysa cubana* quando alimentada com ovos de *Ephestia kuehniella* ou *Myzus persicae* infectados ou não infectados com o vírus PLRV. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

Regime alimentar	Sobrevivência (%)				
	Instar larval			Fase larval	Fase pupal
	I	II	III		
Ovos <i>E. kuehniella</i>	91,67 \pm 3,15	100 \pm 0,00	97,92 \pm 2,08	89,58 \pm 3,05	62,50 \pm 5,07
<i>M. persicae</i> infectado	95,83 \pm 2,73	100 \pm 0,00	100 \pm 0,00	95,83 \pm 2,73	48,75 \pm 6,84
<i>M. persicae</i> não infectado	97,92 \pm 2,08	100 \pm 0,00	100 \pm 0,00	97,92 \pm 2,08	50,83 \pm 6,03

Médias (\pm EP) não diferem entre si pela one-way ANOVA ($P < 0,05$).

4.2 Efeito do PLRV nos parâmetros reprodutivos de *C. cubana*

Adultos de *C. cubana* provenientes de larvas alimentadas com pulgões infectados com PLRV tiveram menor proporção de fêmeas férteis ($\chi^2 = 6,04$; $df = 2$; $P = 0,040$) em relação aos insetos alimentados com ovos de *E. kuehniella*. Estas fêmeas apresentaram maior período de pré-oviposição, bem como as fêmeas de *C. cubana* provenientes de larvas alimentadas com pulgões não infectados com PLRV ($F_{2,10} = 7,54$; $P = 0,010$). Segundo Parra (2009), estes insetos, quando em sua fase larval, alimentados com ovos de lepidópteros, ingerem uma maior quantidade de aminoácidos, que é muito importante para o desenvolvimento de fêmeas férteis. Os parâmetros razão sexual ($\chi^2 = 4,29$; $df = 2$; $P = 0,117$), fecundidade ($F_{2,15} = 0,27$; $P = 0,764$) e viabilidade dos ovos ($F_{2,12} = 0,47$; $P = 0,638$) não foram afetados quando as larvas de *C. cubana* alimentaram-se de ovos de *E. kuehniella* e pulgões *M. persicae* (Tabela 3).

Esses resultados demonstram que a presença do PLRV na presa não afeta a reprodução de *C. cubana* ao se alimentar de pulgões contaminados. Apesar da menor proporção de fêmeas férteis e o maior período de pré-oviposição para os insetos que se alimentaram de pulgões sadios ou contaminados em relação aos que se alimentaram de ovos de *E. kuehniella*, estes insetos apresentaram fecundidade e fertilidade normais. Ferry et al. (2007) estudando a reprodução dos predadores *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) e *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Carabidae) que consumiram presas que, por sua vez, alimentaram-se de plantas de batata contaminadas com a toxina Bt (Cry3A), observaram que estes predadores não tiveram sua reprodução afetada quando em contato com presas contaminadas com esta bactéria.

Tabela 3 Parâmetros reprodutivos de *Ceraeochrysa cubana* quando alimentada com ovos de *Ephestia kuehniella* ou *Myzus persicae* infectados ou não infectados com o vírus PLRV. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (L:D).

Regime alimentar	Razão sexual*	Proporção de fêmeas férteis*	Período de pré-oviposição (dias)**	Fecundidade (ovos / fêmea / dia)**	Viabilidade dos ovos (% eclosão)**
Ovos <i>E. kuehniella</i>	0,48 a	1,00 a	$6,13 \pm 0,48$ a	$6,51 \pm 2,02$ a	$94,38 \pm 2,24$ a
<i>M. persicae</i> infectado	0,22 a	0,40 b	$9,00 \pm 1,00$ b	$4,04 \pm 2,58$ a	$92,12 \pm 3,38$ a
<i>M. persicae</i> não infectado	0,46 a	0,60 ab	$9,00 \pm 0,58$ b	$5,91 \pm 2,87$ a	$90,32 \pm 3,21$ a

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma em cada coluna não diferem entre si pelos testes Qui-quadrado* e Tukey**, respectivamente ($P < 0,05$).

4.3 Influência do PLRV na sobrevivência de adultos de *C. cubana*

A sobrevivência dos adultos de *C. cubana* não foi afetada quando larvas foram alimentadas com ovos de *E. kuehniella* e *M. persicae* infectados e não infectados com o vírus PLRV (log-Rank test, $\chi^2 = 1,99$; $df = 2$; $P = 0,369$) (Figura 1). Provavelmente, o vírus não é capaz de se manter no predador até a sua fase adulta, visto que os crisopídeos, após a fase larval, passam pelo período de pupa, onde tem sua atividade reduzida por mais de 10 dias até tornar-se um inseto adulto, o que poderia interferir na atividade deste vírus. Resultados semelhantes foram encontrados por Dong et al. (2003), mostrando que *Chrysopa sinica* (Tjeder) (Neuroptera: Chrysopidae) não teve sua sobrevivência afetada ao se alimentar do pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae) contaminado com Bt, e quando foi estudado possíveis efeitos que nucleopolyhedrovirus (Baculoviridae) possa causar no predador *C. carnea*, nenhum efeito negativo na sobrevivência deste inseto foi verificado (ARMENTA et al., 2003).

O fato de *C. cubana* não ter sua sobrevivência afetada na fase adulta ao se alimentar de pulgões infectados com o PLRV, é de grande importância quando no momento da escolha deste predador como agente de controle biológico de pulgões em plantas de batata, pois mesmo em condições onde a plantação estiver infestada de pulgões infectados com o vírus do PLRV, este predador não terá a sua sobrevivência afetada.

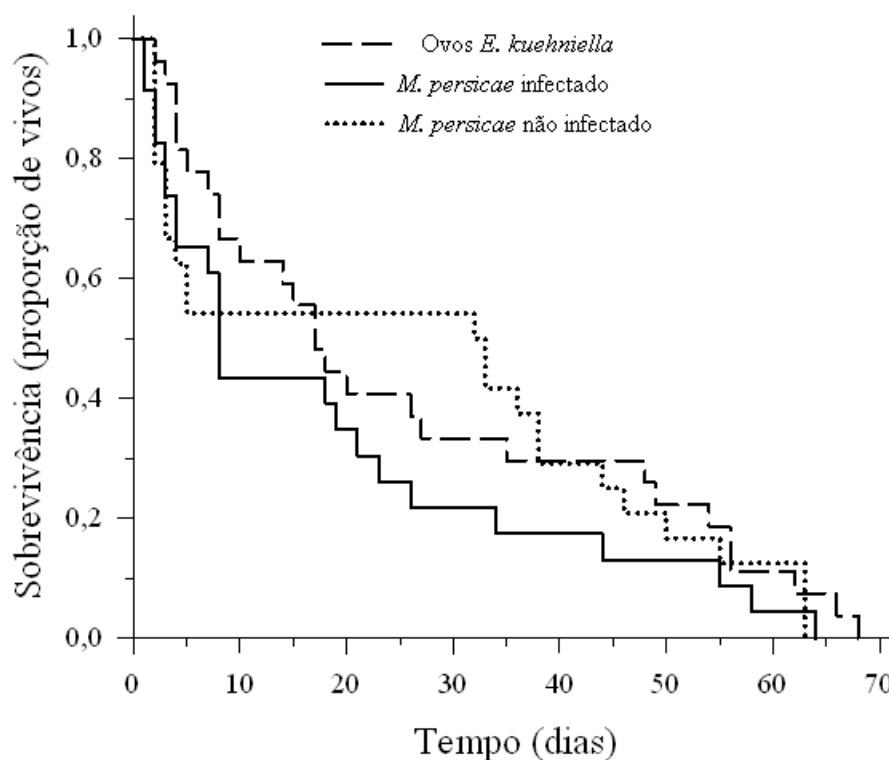


Figura 1 Curva de sobrevivência de adultos de *Ceraeochrysa cubana* provenientes de larvas alimentadas com ovos de *Ephestia kuehniella* ou *Myzus persicae* infectados ou não infectados com vírus PLRV. As curvas não diferem entre si pelo teste de Bonferroni ($P < 0,05$).

4.4 Preferência alimentar de *C. cubana* a pulgões sadios ou infectados com PLRV

Larvas de terceiro instar de *C. cubana* não apresentaram preferência alimentar para pulgões infectados ou não infectados com PLRV ($\chi^2 = 0,45$; $df = 5$; $P = 0,994$) (Figura 2). Segundo Brasil (2000), aspectos como locomoção da presa, proporcionalidade de tamanho e capacidade de defesa são fatores que influenciam o ataque e a escolha das presas a serem predadas, porém, *M.*

persicae não apresenta tais modificações quando infectado com PLRV em relação ao sadio. O pulgão infectado com PLRV apresenta maior longevidade e fecundidade (McMENEMY et al., 2012), porém essas características não irão interferir na preferência de *C. cubana* a este afídeo.

A não preferência por pulgões sadios ou contaminados com PLRV evidencia a vantagem da utilização de *C. cubana* no controle biológico de *M. persicae*, visto que, este predador poderá desempenhar um papel relevante no manejo da virose, controlando os pulgões infectados com PLRV, reduzindo a disseminação do vírus.

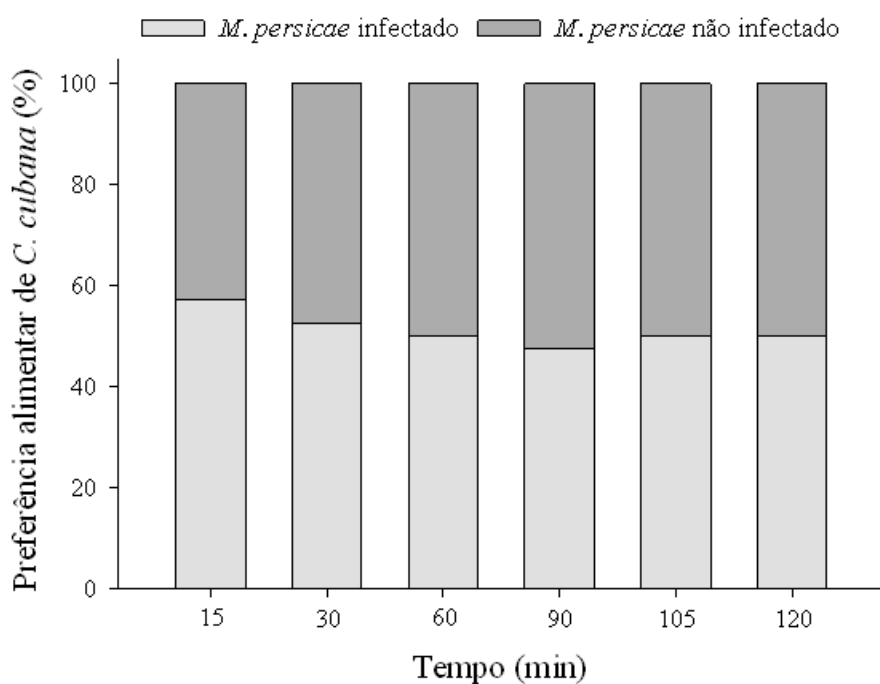


Figura 2 Preferência alimentar (%) de larvas de terceiro instar de *Ceraeochrysa cubana* quando ofertados *Myzus persicae* infectados ou não infectados com o vírus PLRV.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o presente trabalho, ainda não se tinha conhecimento dos possíveis efeitos que o predador *C. cubana* possa sofrer quando alimentado com afídeos contaminados com o PLRV. Este fato evidencia o ineditismo e originalidade do trabalho, visto que, não existia nem um tipo de estudo envolvendo predador, inseto fitófago e planta infectada com este vírus. Concluiu-se que *C. cubana* não tem sua biologia afetada quando alimentada com *M. persicae* contaminados com PLRV, bem como sua reprodução, visto que, adultos provenientes de larvas que se alimentaram com pulgões infectados com este vírus não tiveram sua reprodução e sobrevivência prejudicada.

É de extrema importância para o programa de controle biológico o conhecimento dessa relação tritrófica, identificando se a presença do PLRV na planta hospedeira pode interferir no desempenho do predador em questão. Testes em semicampo e em campo devem ser realizados posteriormente para verificar se pode haver influência do ambiente ou até mesmo a emissão de compostos voláteis emitidos pela própria planta utilizada no experimento, visto que, no presente trabalho foram utilizadas somente folhas destacadas das plantas de batateira.

A partir deste trabalho, novas ideias podem se formar para contribuir ainda mais com a investigação a respeito dessa relação tritrófica dentro do Manejo Integrado de Pragas. Estudos futuros poderão ser feitos para determinar se predadores alimentados com presas infectadas com PLRV, quando em contato com produtos fitossanitários utilizados na cultura da batateira, têm seu comportamento afetado.

6 CONCLUSÕES

A alimentação com pulgões contaminados com PLRV diminui a duração dos períodos larval e pupal de *C. cubana*, em relação aos pulgões sadios.

A sobrevivência de larvas de *C. cubana* quando alimentadas com *M. persicae* contaminados com o vírus PLRV não é afetada, bem como suas fases pupal e adulta proveniente dessas larvas.

Larvas de *C. cubana* alimentadas com pulgões contaminados apresentam menor proporção de fêmeas férteis.

A fertilidade e fecundidade de *C. cubana* não foram afetadas nos diferentes regimes alimentares.

Larvas de terceiro instar de *C. cubana* não apresentam preferência alimentar por pulgões sadios ou infectados com PLRV.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2013.

ALBUQUERQUE, G. S. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de inseto**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 962-1022.

ALBUQUERQUE, G. S. et al. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. In: MCEWEN, P. et al. **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. c. 21, p. 408-423.

ANSTEAD, J. A.; MALLET, J.; DENHOLM, I. Temporal and spatial incidence of alleles conferring knockdown resistance to pyrethroids in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), and their association with other insecticide resistance mechanisms. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 97, n. 3, p. 243-252, June 2007.

ARMENTA, R. et al. Impact of a Nucleopolyhedrovirus Bioinsecticide and Selected Synthetic Insecticides on the Abundance of Insect Natural Enemies on Maize in Southern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 3, p. 649-661, June 2003.

BALE, J. S.; PONDER, K. L.; PRITCHARD, J. Coping with stress. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB International, 2007. p. 287-309.

BORROR, D. J.; DELONG'S, D. M. **Estudo dos insetos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

BRASIL, D. P. **Potencial de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre diferentes presas.** 2000. 21 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2000.

CANARDI, M.; VOLKOVICH, T. Outlines of Lacewing Development. In: McEVEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the Crop Environment.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 130-152.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas.** 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2009. p. 430.

D'ARCY, C. J.; DOMIER, L. L. Family Luteoviridae. In: FAUQUET, C. M. et al. (Ed.). **Virus Taxonomy: Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.** Waltham, MA: Academic Press, 2005. p. 343-352.

D'ARCY, C. J.; DOMIER, L.; MAYO, M. A. Family Luteoviridae. In: VAN REGENMORTEL, M. H. V. et al. (Ed.). **Virus Taxonomy: Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.** Waltham, MA: Academic Press, 2000. p. 775-784.

DONG, L. et al. Impacts of transgenic Bt cotton on the development and fecundity of *Chrysopa sinica* Tjeder. **Chinese Journal of Eco-Agriculture**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. 16-18, 2003.

DUELI, P. Oviposition. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae.** The Hague: W. Junk, 1984. p. 129-131.

DUTTON, A. et al. Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. **Ecological Entomology**, London, v. 27, n. 4, p. 441-447, Aug. 2002.

EIGENBRODE, S. D. et al. Volatiles from potato plants infected with potato leafroll virus attract and arrest the virus vector, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v. 269, n. 1.490, p. 455-460, 7 Mar. 2002.

EISNER, T. et al. Construction of a defensive trash packet from sycamore leaf trichomes by a chrysopid larva (Neuroptera: Chrysopidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 104, n. 2, p. 437-446, Apr. 2002.

EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB International, 2007.

FERRY, N. et al. R. Bitrophic and tritrophic effects of Bt Cry3A transgenic potato on beneficial, non-target, beetles. **Transgenic Research**, London, v. 16, n. 6, p. 795-812, Dec. 2007.

FIGUEIRA, A. R. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata-semente no estado de Minas Gerais: histórico do problema e soluções. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 21, n. 3/4, p. 268-269, 1995.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2003.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 635.

HAJEK, A. **Natural enemies: an introduction to biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. p. 140-143.

HEAD, G. et al. Cry 1 Ab protein levels in phytophagous insects feeding on transgenic corn: implications for secondary exposure risk assessment. **Entomologia experimentalis et applicata**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 37-45, Apr. 2001.

HILBECK, A. et al. Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. **Entomologia experimentalis et applicata**, Amsterdam, v. 91, n. 2, p. 305-316, Apr. 1999.

HULL, R. **Matthews' plant virology**. 4th. ed. San Diego: Academic, 2002.

JEGER, M. J. et al. Epidemiology of insect transmitted plant viruses: modeling disease dynamics and control interventions. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 291-304, Aug. 2004.

JEGER, M. J. et al. A model for analyzing plant virus transmission characteristics and epidemic development. **IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 1-18, 1998.

KIRKMAN, M. A. Global markets for processed potato products. In: VREUGDENHIL, D. et al. (Ed.). **Potato biology and biotechnology, advances and perspectives**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 27-44.

LARA, F. M. et al. Resistência de genótipos de batata ao pulgão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 4, p. 775-779, out./dez. 2004.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília, DF: EMBRAPA, CNPH, 1997. (Instruções técnicas, 8).

LOWERY, D. T.; BOITEAU, G. Effects of five insecticides on the probing, walking, and settling behavior of the green peach aphid and the buckthorn aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 2, p. 208-214, Feb. 1988.

MAISONNEUVE, J. C. Biological control with *Chrysoperla lucasina* against *Aphis fabae* on artchoke in Brittany (France). In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. cap. 30, p. 513-514.

McGREGOR, I. The fresh potato market. In: VREUDGENHIL, D. et al. (Ed.). **Potato biology and biotechnology advances and perspectives**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 3-26.

McMENEMY, L. S. et al. Raspberry viruses manipulate the behaviour of their insect vectors. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 144, n. 1, p. 56-68, July 2012.

MORAES, J. C. et al. Silicon Influence on the Tritrophic Interaction: Wheat Plants, the Greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and Its Natural Enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 619-624, Sept./Oct. 2004.

NAULT, L. R. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 90, n. 5, p. 521-541, Sept. 1997.

PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de inseto**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 91-174.

PENNY, N. D. Order Neuroptera. In: TRIPLEHORN, C.; JOHNSON, N. **Borror and Delong's introduction to the study of insects**. Belmont: Thomson Brooks, 2005. cap. 27, p. 469-480.

RAJABASKAR, D.; BOSQUE-PÉREZ, N. A.; EIGENBRODE, S. D. Preference by a virus vector for infected plants is reversed after virus acquisition. **Virus Research**, 20 Nov. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.virusres.2013.11.005>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

RPAS, A. et al. Detection of Cry1Ab in phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and in the selected herbivores *Rhopalosiphum padi* (homoptera: Aphidae) and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Molecular Ecology**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 525-533, Feb. 2001.

SALLES, L. A. As pragas da batata. **Revista Cultivar, Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 16-28, 2002.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Influência de Diferentes Dietas em Fases Imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 309-314, ago. 1997.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide**. Cary, NC, 2008. v. 8.

SOUZA-DIAS, J. A. C. Viroses da batata e suas implicações na produção de batata semente no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 21, n. 3/4, p. 264-266, jul./dez. 1995.

SRINIVASAN, R. et al. Influence of hairy nightshade *Solanum sarrachoides* (Sendtner) and potato leafroll virus (Luteoviridae: Polerovirus) on the host preference of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Maryland, v. 35, n. 2, p. 546-553, 2006.

TARIQ, M. et al. Aphids in a changing world: testing the plant stress, plant vigour and pulsed stress hypotheses. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 14, n. 2, p. 177-185, May 2012.

TAUBER, C. A. et al. The genus *Ceraeochryza* (Neuroptera: Chrysopidae) of America North of Mexico: Larvae, adults, and comparative biology. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 93, n. 6, p. 1.195-1.221, Nov. 2000.

TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J.; ALBUQUERQUE, G. S. Neuroptera (Lacewings, Antilions). In: RESH, V. H.; CARDE, R. T. (Ed.). **Encyclopedia of Insects**. New York: Academic Press, 2003. p. 785-798.

VOLLER, A. et al. The detection of viruses by enzyme linked immunosorbent assay. **Journal of General Biology**, Moskva, v. 33, n. 1, p. 165-167, Oct. 1976.

WILLIAMS, I. S.; DIXON, A. F. G. Life cycles and polymorphism. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB International, 2007. p. 69-85.