

UFRRJ

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

Dissertação

**Aspectos Biológicos de *Coleomegilla maculata*
(DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) Alimentada
com *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera:
Drosophilidae)**

Halina Schultz

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE) ALIMENTADA COM *Drosophila melanogaster* Meigen
(DIPTERA: DROSOPHILIDAE)**

HALINA SCHULTZ

Sob Orientação da Professora
Dra. Elen de Lima Aguiar Menezes

e Co-orientação do Professor
Dr. André Luis Santos Resende

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau em **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em **Fitossanidade Aplicada**.

Seropédica, RJ
Novembro de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S387a Schultz, Halina, 1990-
Aspectos biológicos de Coleomegilla maculata
(DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com
Drosophila melanogaster Meigen (Diptera:
Drosophilidae) / Halina Schultz. - 2017.
59 f.: il.

Orientadora: Elen de Lima Aguiar Menezes.
Coorientador : André Luis Santos Resende.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Fitossanidade e
Biotecnologia Aplicada, 2017.

1. Joaninhas afidófagas. 2. presa artificial. 3.
criação de predadores. 4. qualidade da presa. 5.
controle biológico aumentativo. I. de Lima Aguiar
Menezes, Elen, 1967-, orient. II. Santos Resende,
André Luis , 1982-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Fitossanidade e
Biotecnologia Aplicada. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

HALINA SCHULTZ

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em **Fitossanidade Aplicada**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 / 11 / 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Elen de Lima Aguiar Menezes. Dr. UFRRJ
(Orientadora)

Vinícius Siqueira Gazal e Silva. Dr. UFRRJ

Alessandra de Carvalho Silva. Dr. Embrapa Agrobiologia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por esta conquista e por todas que ainda virão.

A minha mãe, Edith Gonçalves da Costa por sempre estar ao meu lado, por sempre ter palavras animadoras e me dando apoio nos momentos mais difíceis. Você é um grande exemplo e a razão da minha vida! Ao meu pai Euclides Martinho Schultz, que apesar de todos os nossos problemas, ensinou-me a ser uma pessoa melhor.

Aos meus tios Lina e Alípio por todo apoio e carinho dedicados a mim.

Ao meu avô Mario Leite da Costa (*in memoriam*), que me ensinou a gostar das plantas e dos animais.

Aos Professores Elen de Lima Aguiar-Menezes e André Luis Santos Resende (ambos da UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP- Centro Integrado de Manejo de Pragas, Seropédica, RJ), pela orientação, paciência e incentivo na realização deste estudo.

À técnica de laboratório do CIMP e amiga, Caroline Rosa Cabral Ferreira, por estar sempre disposta a me ajudar.

À Adriana Silva de Araújo, funcionária terceirizada do CIMP, pelo auxílio oferecido durante as atividades no CIMP.

Aos funcionários de campo do DENF (Departamento de Entomologia e Fitopatologia) do ICBS/UFRRJ, Sr. Aristides, João José dos Santos e Jairo dos Santos pelo auxílio com o cuidado dos canteiros de couve e os ensinamentos práticos.

Aos amigos Ana Carolina, Bruno, Gabriela, Mariane, Luiza, Paula e Tuane pela amizade, apoio, e principalmente pela paciência com a minha pessoa.

Aos meus amigos do CIMP, Ana Rafaela, Camila Costa, Fátima Zeni, Guilherme Rigueira, Hágabo Honorato, Thiago Sampaio e Vinicius Fernandes, pela ajuda fornecida durante a realização deste trabalho.

À Dr^a. Janaína Ribeiro Costa Rouws (Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ) e ao Prof. Dr. Antônio Carlos de Freitas (UERJ, Rio de Janeiro, RJ) pelo auxílio com as análises estatísticas.

Aos pesquisadores Dr^a. Alessandra de Carvalho Silva, Dr. Robert Michael Boddey e ao analista Renato Moutinho (todos da Embrapa Agrobiologia) pelo auxílio com as análises qualitativas das presas ofertadas.

Ao Prof. Aurino Florencio de Lima (UFRRJ/ICBS/DENF/CIMP, Seropédica, RJ), pela identificação conclusiva de *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), espécie do pulgão objeto desse estudo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada (PPGFBA), por minha formação acadêmica.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa.

A todos que torceram e contribuíram, direta ou indiretamente, para o sucesso deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

SCHULTZ, Halina. **Aspectos biológicos de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae)**. 2017. 59 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

O controle biológico aumentativo consiste na criação e multiplicação de agentes de controle biológico em laboratório para liberações dos mesmos em áreas de cultivo para o controle da praga alvo. Entretanto, um dos entraves para a criação desses agentes é o desenvolvimento de metodologias que permitam o uso de alimento natural ou alternativo que não comprometa o desempenho do mesmo. Em busca de resultados que visem incrementar as metodologias de criação de entomófagos, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a utilização de larvas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa para criação de larvas e adultos da joaninha *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. Para tal, experimentos foram conduzidos comparando larvas de *D. melanogaster* com o pulgão *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), como presa natural de *C. maculata*, e assim foram gerados dois capítulos com objetivos específicos. O objetivo do capítulo I foi avaliar a adequabilidade da presa alternativa (*D. melanogaster*) oferecida a *C. maculata* em comparação com *L. erysimi*, observando os parâmetros biológicos e reprodutivos dessa joaninha. O experimento foi conduzido em condições ambientais controladas (temperatura 25 ± 1 °C, umidade $60 \pm 10\%$, fotofase 12 horas), no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), DEnF - UFRRJ, RJ e foi constituído de dois tratamentos e 10 repetições, em delineamento inteiramente casualizado, sendo cada repetição constituída de seis indivíduos. O objetivo do capítulo II foi avaliar o consumo alimentar de larva e adulto de *C. maculata* usando larvas de *D. melanogaster* e pulgões *L. erysimi*, em quantidades equivalentes, e sua influência na duração das fases pós-embrionárias, e ainda determinar os teores de nitrogênio e carbono para aferir a qualidade das presas ofertadas. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, nas mesmas condições anteriores. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos (5 densidades diferentes de cada presa) e cinco repetições, totalizando 50 indivíduos. As presas foram pesadas e ofertadas diariamente, assim como as sobras da dieta ofertada no dia anterior foram quantificadas também. Os valores nutricionais aferidos das presas com determinação de nitrogênio e carbono foram realizadas no “Laboratório John Day” da Embrapa Agrobiologia. Pode-se concluir que larvas vivas de *D. melanogaster* são adequadas para o desenvolvimento de *C. maculata*.

Palavras-chave: Joaninhas afidófagas, presa artificial, criação massal.

GENERAL ABSTRACT

SCHULTZ, Halina. **Biological aspects of *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae)**. 2017. 59 p. Dissertation (Magister Science in Healthy Plants and Applied Biotechnology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The biological augmentative control consists in the rearing and multiplication of biological control agents in the laboratory for releases them in cultivation areas to control the target pest. However, one of the obstacles to the rearing of these agents is the development of methodologies that allow the use of natural or alternative food that does not compromise the performance of them. The objective of the present work was to evaluate the use of *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) larvae as an alternative prey for larvae and adults of the lady beetle *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae), in order to improve the methodologies for the rearing of entomophages under laboratory conditions. For this, experiments were carried out comparing larvae of *D. melanogaster* with the aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), as natural prey of *C. maculata*, and thus were generated two chapters with specific objectives. The objective of chapter I was to evaluate the suitability of the alternative prey (*D. melanogaster*) offered to *C. maculata* in comparison with *L. erysimi*, observing the biological and reproductive parameters of this lady beetle. The experiment was conducted under controlled environmental conditions (temperature 25 ± 1 °C, humidity $60 \pm 10\%$, photophase 12 hours) at the Integrated Center for Pest Management (CIMP), DEnF - UFRRJ, RJ and was composed of two treatments and 10 replicates, in a completely randomized design, with each replicate consisting of six individuals. The objective of chapter II was to evaluate the larval and adult food intake of *C. maculata* using larvae of *D. melanogaster* and *L. erysimi* aphids, in equivalent amounts, and their influence in the duration of the post-embryonic phases, and also to determine the nitrogen and carbon contents to assess the quality of the prey offered. The experiment was conducted in a controlled environment under the same conditions as before. The design was completely randomized, with ten treatments (5 different densities of each prey) and five replications, totaling 50 individuals. The prey was weighed and offered daily, as well as the leftovers from the diet offered the previous day were quantified as well. The nutritional values of the prey with determination of nitrogen and carbon were taken in the "John Day Laboratory" of Embrapa Agrobiology. It can be concluded that live larvae of *D. melanogaster* are suitable for the development of *C. maculata*.

Key words: Aphidophagous lady beetle, factitious prey, mass rearing.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Duração (média \pm erro padrão, em dias) dos instares e da fase larval da segunda geração (G2) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 24

Tabela 2. Duração (média \pm erro padrão, em dias) da fase de pupa e do ciclo biológico e mortalidade (%) dos imaturos da primeira geração (G1) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).24

Tabela 3. Massa corpórea e parâmetros reprodutivos (média \pm erro padrão) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 24

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos (média \pm erro padrão) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 25

CAPÍTULO II

Tabela 1. Número de larvas de *Drosophila melanogaster* ofertadas a *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 38

Tabela 2. Consumo médio de fases de desenvolvimento (larvas e adultos) de *Coleomegilla maculata* em função da quantidade de presas ofertadas, presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 40

Tabela 3. Duração (em dias) (média \pm erro padrão) das fases imaturas e adulta e do ciclo biológico de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h). 41

Tabela 4. Peso dos adultos (média \pm erro padrão) de *Coleomegilla maculata*, em mg, alimentados com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h), após 24h da emergência. 42

Tabela 5. Porcentagens de nitrogênio (N), carbono (C) e relação carbono/nitrogênio (C:N) contidos nas presas ofertadas às larvas e adultos de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). 43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Larva de *Coleomegilla maculata* criada individualmente em frascos de vidros de 20 ml (a) e seus adultos criados com larvas de *Drosophila melanogaster* (b) e ninfas e adultos de *Lipaphis erysimi* (c) no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), Seropédica – RJ, 2016/2017. 21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Controle Biológico Aumentativo (ou por Incremento).....	3
2.2. Importância dos Coccinellidae no Controle Biológico.....	3
2.3. Biologia da Família Coccinellidae.....	4
2.4. Consumo Alimentar dos Coccinellidae	5
2.5. Presas Ofertadas.....	7
2.5.1. <i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843).....	7
2.5.2. <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen, 1830.....	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO I - ADEQUABILIDADE DE LARVAS DE <i>Drosophila melanogaster</i> COMO PRESA ALTERNATIVA PARA LARVAS E ADULTOS DA JOANINHA DE DOZE PINTAS	16
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1. Obtenção da Joaninha para Teste das Presas	21
2.2. Obtenção das Presas.....	22
2.3. Avaliação de <i>D. melanogaster</i> como Presa Alternativa.....	22
2.3.1. Fase de ovo	22
2.3.2. Fases de larva, pré-pupa e pupa.....	22
2.3.3. Fase adulta	23
2.4. Análise Estatística.....	23
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE E QUALIDADE DE PRESA ALTERNATIVA VERSUS PRESA NATURAL NO CONSUMO ALIMENTAR E PARÂMETROS BIOLÓGICOS DA JOANINHA DE DOZE PINTAS	33
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1. Obtenção de Joanelhas para Testes das Presas	37
2.2. Obtenção das Presas.....	37
2.3. Consumo de <i>C. maculata</i> em Função da Quantidade de Presas Ofertadas	38
2.4. Análise dos Teores de Nitrogênio e Carbono	39
2.5. Análise Estatística.....	39
3. RESULTADOS	40
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, um dos grandes desafios da agricultura moderna é a realização do controle de pragas de forma otimizada e sustentável, respeitando todos os organismos presentes no agroecossistema. Durante muitos anos utilizaram-se produtos químicos para controle de insetos, considerados como pragas, de maneira exacerbada e com isso vieram as consequências: resistência aos inseticidas, contaminação dos solos, águas e o aparecimento de doenças em diferentes espécies animais e no homem (PRIMAVESI, 1994; SIMONATO et al., 2014; GOULART et al., 2015).

Técnicas para mitigar tais consequências começaram a ser buscadas para a realização do controle de pragas de forma mais sustentável. Com isso, a manutenção de colônias de insetos em laboratórios de pesquisas tornou-se importante para obter avanços nas mais variadas áreas da entomologia: biologia, nutrição, ecologia, toxicologia, taxonomia, genética e biotecnologia se fez necessária (PARRA, 2002; PARRA, 2009; PANIZZI; PARRA, 2009).

Diversos entraves são encontrados para manter criações estáveis de insetos em laboratório, uma vez que as criações de inimigos naturais necessitam geralmente de duas criações distintas, a do inseto entomófago e a do inseto herbívoro, o qual serve de alimento para o primeiro, dificultando assim o processo. Quando é necessário o fornecimento da dieta natural ao organismo em estudo, o problema reside no fato da mesma apresentar qualidade variável, além de apresentar períodos de escassez no ambiente devido aos fatores abióticos (luz, temperatura, umidade) e bióticos (potencial reprodutivo, longevidade, habilidade de tolerar condições ambientais adversas etc). Com base nesses entraves, as mais diversas pesquisas têm sido realizadas em relação à fonte de alimentos alternativos para a manutenção das criações em laboratório, minimizando os problemas com a continuidade do fornecimento de indivíduos ao longo dos estudos, diminuindo os custos de manutenção e ainda disponibilizando quantidades ilimitadas de indivíduos (PARRA, 2009; PANIZZI; PARRA, 2009; OLIVEIRA, 2010).

Como o fornecimento da presa preferencial às joaninhas afidófagas muitas vezes se torna dificultoso pelo fato de populações de pulgões serem efêmeras (DIXON, 2000), buscam-se recursos alternativos com boa qualidade nutricional e disponibilidade. Buscam-se avanços no desenvolvimento de dietas/presas alternativas, principalmente para os insetos entomófagos, que são importantes agentes reguladores de população de insetos herbívoros e apresentam grande potencial para serem aplicados no manejo integrado de pragas (MIP) (PARRA, 2009. PANIZZI; PARRA, 2009).

É conhecido que o alimento ofertado influencia os aspectos biológicos e reprodutivos dos inimigos naturais. Uma vez ofertadas presas com baixa qualidade nutricional, as mesmas podem reduzir a capacidade reprodutiva dos inimigos naturais (OLIVEIRA et al., 2010). A presa artificial deve ter qualidade nutritiva em termos de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais etc em teores e proporções balanceadas, que satisfaça os requerimentos metabólicos do predador para assegurar uma produção contínua de gerações de descendentes de alta qualidade (DE CLERCQ, 2008; RIDDICK, 2009; RIDDICK et al., 2014a; SIGHINOLFI et al., 2008; SUN et al., 2017). Em geral, os teores de proteínas e carboidratos da presa assumem grande importância, visto que em geral a carência desses nutrientes limita o desenvolvimento e a fecundidade dos insetos (PARRA, 2009). Specky et al. (2003) observaram que ovos da traça da farinha-de-trigo mediterrânea, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) contém mais proteínas e lipídeos do que adultos de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae), de modo que *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), alimentando-se somente de ovos dessa mariposa, foi capaz de se desenvolver

completamente, com baixa mortalidade larval, produzindo adultos com maior massa corpórea e maior fecundidade em comparação à presa natural (*A. pisum*), demonstrando melhor desempenho da presa artificial do que a natural. Riddick et al., (2014b) observou que *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) não foi uma presa nutricionalmente adequada a *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório. Uma das hipóteses é o baixo teor de proteína encontrado nesta presa, menos de 5% de proteína solúvel.

Ephestia kuehniella é uma presa alternativa que vem sendo muito utilizada como uma facilitadora das criações de inimigos naturais em laboratório como forma alternativa de nutrição de insetos predadores e parasitoides, uma vez que a mesma apresenta boa disponibilidade para compra, boa qualidade nutricional e ainda é de fácil criação em laboratório (PARRA, 2002). Porém, tais ovos apresentam um alto custo de aquisição, tornando, às vezes, onerosa a criação e inviabilizando a comercialização dos inimigos naturais, aliados ainda aos outros entraves atrelados à criação (SPECTY et al., 2003).

Drosophila melanogaster Meigen (Diptera: Drosophilidae) pode tornar-se uma presa alternativa para manutenção de joaninhas afidófagas em laboratório, pois é uma espécie de fácil criação em laboratório, reduzindo assim problemas relacionados à aquisição de presas e mão de obra (SEPEL; LORETO, 2010; JENNINGS, 2011; AMORETTY et al., 2013). Moser et al. (2011) observaram que era viável o fornecimento de dípteros, *Musca domestica* (L.) (Diptera: Muscidae) e *D. melanogaster*, em condições controladas, como presas a larvas dos coccinelídeos *H. axyridis*, *Coccinella septempunctata* (L.) e *Coleomegilla maculata* (DeGeer). Harwood e Obrycki (2005) relatam a manutenção da população de *H. axyridis* em laboratório com o fornecimento de *D. melanogaster* como presa. Silva (2014) observou que larvas desse díptero foram capazes de garantir o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de duas joaninhas afidófagas, *C. maculata* e *E. connexa*, em comparação a ovos de *E. kuehniella*, indicando que o fornecimento das larvas de *D. melanogaster* pode proporcionar indivíduos viáveis desses predadores.

Coleomegilla maculata é um predador generalista, alimentando-se de pulgões, ácaros, ovos e lagartas neonatas de lepidópteros, coleópteros e outros artrópodes de corpo mole. Há um grande interesse no uso desse predador no controle biológico pelo seu hábito alimentar e por sua capacidade de sobreviver a baixas quantidades de presas, alimentando-se de recursos florais, como pólen e néctar (LUNDGREN et al., 2011; HODEK; EVANS, 2012; ROJAS et al., 2016). Tal inimigo natural apresenta uma certa facilidade em ser criado em laboratório, essa espécie foi o primeiro predador a ser criado *in vitro* com uma dieta livre de presas. A dieta era constituída de fígado de porco cru com suplemento vitamínico (ATALLAN; NEWSOM, 1966), porém ainda são necessários estudos sobre formas eficientes de se conduzir tais criações, garantindo a eficiência do predador e um baixo custo de aquisição pelos agricultores. Diversas dietas/presas vêm sendo descritas como adequadas para a criação dessa joaninha em laboratório, porém procuram-se fontes alimentares viáveis para sua criação em larga escala e utilização comercial em programas de controle biológico (ATALLAN; NEWSOM, 1966; LUNDGREN et al., 2010; ALLEN, 2015). Com isso, o presente estudo objetivou avaliar a adequabilidade de larvas vivas de *D. melanogaster* como fonte alimentar alternativa que permita o desenvolvimento larval e reprodução da joaninha *C. maculata*, para determinar o consumo nos instares larvais e pelo adulto, bem como o valor nutricional dessas presas como fonte de nitrogênio e carbono, a fim de se oferecer alternativa para a criação desse inimigo natural em laboratório.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Controle Biológico Aumentativo (ou por Incremento)

O controle biológico baseia-se na regulação das mais diversas populações de plantas e animais por agentes de mortalidade bióticos, os inimigos naturais (PARRA, 2002). Esse método de controle pode ser exercido utilizando três diferentes estratégias. São elas: controle biológico natural, controle biológico clássico e o controle biológico aplicado. O controle biológico aplicado pode ser definido pela criação em laboratório de inimigos naturais em larga escala, de maneira a liberar tais indivíduos nas áreas de cultivo para o controle de insetos fitófagos, em épocas apropriadas à biologia da espécie-praga para se obter a redução de sua população (AGUIAR-MENEZES, 2003; SIMONATO et al., 2014).

A liberação de entomófagos em cultivos agrícolas para exercerem controle biológico pode se dar de duas formas: 1- liberações inoculativas, que consistem em aplicações periódicas de inimigos naturais onde se objetiva um controle mais vagaroso da praga e que a população do inimigo natural consiga permanecer durante o cultivo, geralmente é utilizado em culturas perenes e florestais; 2- liberações inundativas, são liberações de grande número de inimigos naturais, com o objetivo de se obter um controle rápido da praga. Geralmente é realizado em culturas de ciclo rápido, onde geralmente não é possível a manutenção da descendência dos inimigos naturais (PARRA, 2002; VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

O controle biológico aumentativo é utilizado em diversos programas de manejo integrado de pragas no mundo todo, sendo mais de 100 espécies vendidas comercialmente (VAN LENTEREN; BUENO, 2003). *H. axyridis* é uma joaninha polífaga que vem sendo utilizada em liberações visando o controle de diferentes espécies de hemípteros, tais como pulgões, cochonilhas e psilídeos em todo o oeste da Europa desde a década de 1980. *Chilocorus nigritus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) é utilizada em liberações em cultivos protegidos para o controle de insetos pertencentes à família Diaspididae (MICHAUD, 2012).

Dentre os predadores utilizados em liberações no país, temos a joaninha *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) importada do Chile com o objetivo de estabelecer o programa de controle biológico para a cochonilha *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) e utilizada atualmente para o controle da cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) (NOGUEIRA DE SÁ et al., 2016), seu uso no controle biológico visa ainda a obtenção de controle de outras cochonilhas e também de pulgões (afídeos) em cultivos de importância econômica (SANCHES; CARVALHO, 2010).

Predadores de outras ordens de insetos vêm sendo utilizados em liberações, são exemplos: os crisopídeos (Neuroptera) para controle de pulgões; tesourinhas (Dermaptera) para controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e os percevejos pentatomídeos (Hemiptera) para controle de lagartas desfolhadoras em plantios de eucalipto, porém a utilização de predadores em programas de controle biológico encontra alguns entraves devido às metodologias de criações desses indivíduos em laboratório (ZANUNCIO et al., 2002; FREITAS, 2002, TORRES et al., 2009).

2.2 Importância dos Coccinellidae no Controle Biológico

A família Coccinellidae possui mais de 6.000 espécies descritas, divididas em 360 gêneros, com aproximadamente 2.000 representantes na região Neotropical (VANDENBERG et al., 2002; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009; GUEDES, 2013).

Devido as suas características de alta voracidade e elevada capacidade de busca por alimentos, principalmente pulgões, os coccinélídeos se tornaram importantes agentes de controle de diferentes espécies de insetos pragas (HODEK, 1973, citado por SANTA-CECÍLIA et al., 2001; OLIVEIRA, 2003; CARVALHO, 2007). Os coleópteros predadores da família Coccinellidae podem ser manejados nos mais diferentes tipos do controle biológico.

No controle biológico conservativo, *Stethorus punctillum* (Weise) apresentou um ótimo controle sobre a população de diferentes ácaros fitófagos em maçã. No controle biológico clássico temos as espécies *Rodolia cardinalis* (Mulsant) e *C. montrouzieri* como ótimos exemplos de sucesso. *R. cardinalis* foi introduzida nos pomares de citros na Califórnia e, após dois anos, a cochonilha *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Margarodidae) estava com a sua população controlada. Depois disso, *R. cardinalis* foi introduzida em 56 países. *C. montrouzieri* foi introduzida em 58 países para controle de cochonilhas, incluindo o Brasil para o controle de *P. citri* em 1998 (BUENO; VAN LENTEREN, 2016). No controle aumentativo, as joaninhas *H. axyridis*, *Propylea japonica* (Thunberg), *Delphastus pusillus* (LeConte), *Hippodamia convergens* (Guérin-Meneville), são comercializadas para uso em controle de pragas em casas de vegetações (OBRYCKI; KRING, 1998; YANG et al., 2014; ALI et al., 2016).

Entre os 104 predadores utilizados comercialmente em controle biológico aumentativo, 28,85% pertencem à família Coccinellidae. A espécie *C. montrouzieri* ocupa a sétima posição entre as doze espécies de predadores mais usuais no controle biológico aumentativo mundialmente (MICHAUD, 2012; VAN LENTEREN, 2012; BUENO; VAN LENTEREN, 2016).

2.3 Biologia da Família Coccinellidae

Os besouros pertencentes à família Coccinellidae geralmente são predadores, principalmente de pulgões, ácaros, cochonilhas, moscas brancas, entre outros insetos fitófagos, porém algumas espécies podem ser fitófagas ou micófagas (HAGEN, 1962; HODEK, 1973; IPERTI, 1999).

São besouros medindo entre 1 mm a 10 mm, com os élitros (primeiro par de asas) cobrindo todo o abdome. As antenas são clavadas, com 9 a 11 artículos; cabeça coberta pelo pronoto; pernas pequenas e tarsos com quatro artículos. Grande parte das espécies dessa família apresenta colorido vibrante no dorso, um sinal de alerta a seus inimigos naturais (por possuírem substâncias tóxicas ou gosto ruim). A identificação das espécies deve ser feita observando características na parte ventral do corpo do indivíduo, bem como a genitália, principalmente dos machos (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009). A duração de cada fase de desenvolvimento vai depender das condições ambientais, tamanho da espécie e da disponibilidade e qualidade da presa consumida, podendo durar de duas semanas a dois meses (IPERTI, 1999). Os ovos geralmente são ovais, de coloração creme, amarelo alaranjado ou avermelhado, escurecendo antes da eclosão. São fixados sobre a parte aérea (postura exofítica) da planta pela extremidade em grupos de 10 a 50 ovos próximos à população de suas presas. O período de incubação pode durar de 2 a 18 dias, dependendo da temperatura ambiente (PONSONBY; COPLAND, 1997; VANDENBERG et al., 2002; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009). Os ovos de *C. maculata* são de coloração amarelo-claro e formato elíptico e o período de incubação é de aproximadamente três dias (SILVA et al., 2009).

As larvas são do tipo campodeiforme (GALLO et al., 2002), possuem geralmente quatro instares, medem até 4 mm de comprimento. Apresentam corpo alongado, segmentação abdominal distinta e pernas bem desenvolvidas. Coloração semelhante aos adultos e podem possuir espinhos ou escolos (projeção ramificada com espinhos) pelo corpo. O ciclo larval

geralmente se completa em 15 dias. (PONSONBY; COPLAND, 1997; OLIVEIRA et al., 2004; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009).

Logo após a eclosão, as larvas permanecem próximo ao córion e se alimentam dos ovos inférteis. O primeiro instar é o mais sensível e apresenta a maior taxa de mortalidade. Ao final do quarto instar, as larvas cessam sua alimentação e ficam encurvadas (fase conhecida como pré-pupa), utilizando o órgão anal para se fixarem na superfície da planta para o processo de pupa (PONSONBY; COPLAND, 1997; VANDENBERG et al., 2002; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009).

Coleomegilla maculata alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) apresentou desenvolvimento larval em 10,2 dias. Lixa (2008) avaliou a biologia de *C. maculata* alimentada com outra espécie de pulgão (*L. erysimi*) e obteve a duração larval de 15,2 dias a 25°C. Quando a mesma foi alimentada com ovos de *E. kuehniella* e *S. frugiperda*, apresentou seu desenvolvimento larval em 11, 2 dias, a uma temperatura de 25° C ± 1 (SILVA et al., 2010). Esses trabalhos corroboram com o período larval citado na literatura para Coccinellidae (aproximadamente 15 dias) (PONSONBY; COPLAND, 1997; VANDENBERG et al., 2002; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009), porém o mesmo depende da disponibilidade de recursos alimentares e fatores abióticos.

As pupas são do tipo exarata, com os apêndices visíveis (GALLO et al., 2002), arredondadas ou ovais. A formação da pupa se dá em áreas protegidas na parte aérea da planta e a mesma é presa pelo órgão anal. Em algumas espécies de joaninhas que se alimentam de cochonilhas, as pupas são parcialmente cobertas pela exúvia (tribos Chilocorini e Noviini), outras são completamente cobertas pela exúvia larval (tribos Hyperaspini e Scymnini), o que não ocorre nas espécies afidófagas. A fase de pupa pode durar até 15 dias (PONSONBY; COPLAND, 1997; VANDENBERG, 2002; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009). Para *C. Maculata* o período de pupa dura aproximadamente de 3 a 4 dias (SANTOS-CIVIDANES et al., 2011; SILVA et al., 2010; LIXA, 2008; SILVA, 2014).

As joaninhas emergem com as asas coriáceas claras e frágeis, as membranas permanecem esticadas até que endureçam e possam ser dobradas sob o élitro. O período de desenvolvimento de ovo a adulto é determinado pelas temperaturas do ambiente e da disponibilidade (qualidade e quantidade) de alimentos, mas, normalmente, este dura cerca de quatro a seis semanas. A longevidade dos adultos pode variar de alguns meses a anos dependendo do voltinismo da espécie. A reprodução é sexuada, em aproximadamente uma semana após a emergência, observa-se a ocorrência da cópula e geralmente após sete dias da mesma as fêmeas começam a oviposição. A cópula dura geralmente de 15 a 60 minutos, mas pode se estender por algumas horas e um acasalamento pode ser ou não suficiente para a fertilização de todos os ovos da fêmea (PONSONBY; COPLAND, 1997; ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009).

2.4 Consumo Alimentar dos Coccinellidae

Os coccinelídeos alimentam-se de uma ampla gama de presas, pois geralmente são predadores polípagos, com algumas exceções, sendo considerados inimigos naturais das espécies de artrópodes consideradas pragas em sistemas agrícolas (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA, 2009). As larvas alimentam-se perfurando o corpo da presa e sugando seu conteúdo, podem chegar a consumir todo o corpo da presa se o mesmo apresentar corpo mole e tamanho pequeno, porém isso ocorre dependendo da densidade populacional da presa. Já os adultos ingerem todo o corpo da presa, sem deixar vestígios (PONSONBY; COPLAND, 1997).

Para as larvas completarem o desenvolvimento adequadamente até a fase adulta, precisam de alimentos que forneçam todos os nutrientes requeridos de forma equilibrada, sendo considerados “alimentos essenciais”. Em contrapartida, os adultos, são capazes de se

manter no ambiente utilizando alimentos que são capazes de promover sua sobrevivência no ambiente, porém não garantem sua reprodução, considerados assim “alimentos não essenciais” (pólen, néctar, honeydew, etc) (IPERTI, 1999).

Examinando protocolos empíricos, Michaud (2005) propõe uma forma de classificação da adequabilidade da presa em três tipos em relação à dieta de referência (ovos de seus coespecíficos) e salienta ainda que a presa deve ser avaliada de forma independente para o desenvolvimento de larvas e a reprodução de adultos devido aos requisitos nutricionais divergentes entre essas fases de vida. Para as larvas dessas joaninhas, a presa é classificada como “adequada” quando suporta cerca de 100% de sobrevivência das larvas para a fase adulta, produz adultos viáveis com peso semelhante ou menor; aquela que promove um desenvolvimento mais rápido e produz adultos maiores em comparação à dieta composta de ovos de seus co-específicos é considerada uma presa “ótima”. A presa é classificada como “marginal” se suportar a sobrevivência de algumas larvas, sendo significativamente menor que 100%. Para os adultos, esse autor classifica a presa como “adequada”, quando ela sustenta a produção de ovos viáveis quando alimentados com uma dieta monotípica e a presa será classificada como “marginal”, se apenas prolonga a vida adulta em relação a uma fonte de água. As presas que compõem uma dieta ótima ou adequada para o desenvolvimento de larvas e a reprodução de adultos são denominadas “completas”.

O alimento fornecido ao inimigo natural tem impacto direto sobre seu desenvolvimento, comportamento, reprodução e eficiência em controlar a população da presa, espécie-alvo (THOMPSON; HAGEN, 1999). Por isso, se fazem necessários estudos sobre a biologia desses organismos alimentados com diferentes recursos alimentares, para se obter técnicas de criações em laboratório que visem manter a eficiência dos mesmos usando recursos alimentares de fácil obtenção e baixo custo de aquisição. Para as joaninhas afídófagas esses quesitos ainda são um entrave (KARILUOTO et al., 1976; KARILUOTO, 1980), sendo responsáveis por um dos obstáculos para o aumento do uso das mesmas em programas de manejo de pragas.

Diversos estudos sobre o consumo de presas naturais e presas/dietas alternativas vêm sendo desenvolvidos para se conseguir avanços na utilização de coccinelídeos no controle biológico (OLIVEIRA et al., 2004). O consumo de recursos alimentares está relacionado a alguns fatores, tais como fase de desenvolvimento, sexo, condições ambientais, disponibilidade de presas e ao tamanho da espécie, sendo que espécies de maior tamanho tendem a requerer mais presas que espécies menores para completar seu desenvolvimento (HODEK, 1973; IPERTI, 1999).

Ali et al. (2016) avaliaram o desenvolvimento de *P. japonica* alimentada com dietas artificiais à base de camarão, carne bovina, fígado bovino e gema de ovos, em diferentes proporções, em comparação com sua presa natural *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae) e observaram que: a) esse predador tem seu desenvolvimento completo utilizando apenas a dieta semi-sólida ofertada; b) porém, quando alimentados com a dieta, os adultos não foram capazes de se reproduzir, mesmo alimentados com pulgões na fase larval, indicando assim a necessidade de oferta de presa durante a fase adulta para sua reprodução. Ainda no mesmo estudo, avaliando outro predador *H. axyridis*, puderam notar que a dieta artificial prolongou o desenvolvimento larval e não garantiu a reprodução, sendo necessária a oferta de presas para a ocorrência de postura.

Estudo para avaliar se *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) era capaz de fornecer um bom desenvolvimento e reprodução de *C. maculata* em laboratório, revelou que, a sobrevivência no estágio larval foi baixa, bem como ocorreu prolongamento do período de pré-oviposição e as fêmeas apresentaram baixa longevidade, indicando um efeito negativo no desenvolvimento desse predador (RIDDICK et al., 2014a). Isso pode ter ocorrido devido ao baixo teor de proteína encontrado nessa presa, corroborando assim com a hipótese de que a

qualidade do alimento ofertado tem impacto sobre o inimigo natural (ROJAS; MORALES-RAMOS, 2010; RIDDICK et al., 2011).

Finlayson et al. (2010) avaliaram o consumo de quatro espécies de joaninhas afidófagas *C. septempunctata*, *H. axyridis*, *Propylea quatuordecimpunctata* (L.), *Coccinella trifasciata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentando-se de quatro espécies de afídeos *Macrosiphum albifrons* (Essig), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Macrosiphum pseudorosae* (Patch) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e observaram que *H. axyridis* foi a espécie mais voraz em relação às outras, consumindo em maior quantidade três das quatro espécies de pulgões ofertadas. *P. quatuordecimpunctata* apresentou uma baixa voracidade, que talvez possa ser explicada por seu tamanho reduzido em comparação às outras espécies e com isso ela se sacia mais rapidamente, consumindo uma menor quantidade de presa.

Em estudo realizado para avaliar o consumo alimentar do coccinélídeo *Cycloneda sanguinea* (L.) alimentada com *S. graminum*, pôde-se observar um aumento do consumo em função da densidade de presas ofertadas e em função da fase de desenvolvimento, em média o consumo de pulgão foi de 27,8; 75,1; 98,0 e 408 ninfas para o primeiro, segundo, terceiro e quarto instares, respectivamente (SANTA-CECÍLIA et al., 2001).

2.5 Presas ofertadas para *C. maculata* no presente estudo

2.5.1 *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae)

Os adultos ápteros são de coloração esverdeada, variando de verde amarelado, verde acinzentado a verde oliva, com manchas esclerotizadas na superfície dorsal do abdome, com antenas levemente escurecidas, com exceção da sua base. Já os alados possuem coloração verde escura, as nervuras das asas e as antenas, são de cor preta (BLACKMAN; EASTOP, 2007; LIU; SPARKS JUNIOR, 2001).

Sua reprodução é assexuada, são vivíparas (não há colocação de ovos) e possuem alta taxa reprodutiva. O desenvolvimento da fase de ninfa até adulto ocorre em aproximadamente sete dias e sua longevidade na fase adulta varia de 14 a 30 dias, dependendo das condições climáticas e da planta hospedeira. Cada fêmea durante seu ciclo de vida é capaz de produzir de 30 a 70 ninfas, a uma taxa de aproximadamente 2,5 ninfas/fêmea/dia (GODOY; CIVIDANES, 2002; RANA, 2005).

Lipaphis erysimi está distribuído mundialmente e possui grande importância em diversas culturas, principalmente na família Brassicaceae (VERMA; SINGH, 1987; YUE; LIU, 2000; LIU, 1997; JESSIE, 2013). Causa danos diretos e indiretos pela sucção de seiva e provoca encarquilhamento e amarelecimento das plantas colonizadas e pode transmitir cerca de 13 diferentes viroses às plantas, entre elas: anel negro da couve e mosaicos da couve-flor, da beterraba, do rabanete e do nabo (KENNEDY, 1962; PEÑA-MARTINEZ, 1992).

Seu controle natural pode ser realizado por Coccinellidae, incluindo *C. maculata*, (BHATIA et al., 2011), constituindo assim uma de suas presas naturais. Resende et al. (2006) observaram *C. maculata* predando *Lipaphis pseudobrassicae* Davis em cultivo orgânico de couve, indicando assim que esse predador de alimentar desse gênero de afídeo. Esse foi o primeiro registro da ocorrência dessa espécie de pulgão em couve no Brasil.

2.5.2 *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830

Drosophila melanogaster pertence à ordem Diptera, família Drosophilidae e é uma entre as 1500 espécies do gênero *Drosophila* Fallén (SEPEL; LORETO, 2010; JAIMES, 2012). É originária da África central, entretanto encontra-se mundialmente distribuída

(AMORETTY et al., 2013). As moscas apresentam coloração amarelo-marrom, olhos vermelhos e anéis pretos transversais em seu abdome. As fêmeas são geralmente maiores que os machos. A diferenciação entre machos e fêmeas pode ser realizada por características morfológicas do macho, que apresenta uma coloração mais escura no final do abdome e o final do mesmo mais arredondado e pêlos localizados no tarso das pernas anteriores. (JAIMES, 2012; FERRIZ, 2013).

Durante seu desenvolvimento, *D. melanogaster* passa por quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto. A duração de cada estágio pode variar de acordo com os fatores ambientais e fonte alimentar. A fase de ovo até a eclosão das larvas ocorre em aproximadamente 24h, as larvas passam por três instares, em aproximadamente cinco dias e após esse período se transformam em pupa, permanecendo por mais quatro dias até a emergência dos adultos. As fêmeas são capazes de gerar centenas de ovos durante seu ciclo de vida, sendo uma espécie muito fecunda (SEPEL; LORETO, 2010; JENNINGS, 2011;).

Essa espécie de mosca é muito utilizada em diversas pesquisas biológicas, principalmente na área da genética (SEPEL; LORETO, 2010). Há várias razões para isto, entre elas: é um inseto pequeno (3 mm), pode ser mantido em populações em laboratório com grande facilidade, a um baixo custo de manutenção, obtendo-se várias gerações por ano, entre outras características biológicas que o tornaram um organismo modelo para estudos biomédicos (JENNINGS, 2011; AMORETTY et al., 2013).

Como presa alternativa para estudos de criação de inimigos naturais, essa espécie apresenta potencial uma vez que é nutricionalmente adequada para produzir inimigos naturais de qualidade elevada a um baixo custo de produção (RIDDICK, 2009). Moser et al. (2011) observaram que era viável o fornecimento de *D. melanogaster*, em condições controladas, como presas a larvas dos coccinelídeos *H. axyridis*, *C. septempunctata* e *C. maculata*.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR MENEZES, E. de L. **Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 44 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 164).
- ALI, I.; ZHANG, S.; LUO, J-Y.; WANG, C-Y; LV, L-M.; CUI, J-J. Artificial diet development and its effect on the reproductive performances of *Propylea japonica* and *Harmonia axyridis*. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.19, p.289-293. 2016.
- ALLEN, M. L. Greenhouse evaluation of neonate and adult applications of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to control twospotted spider mite infestations. **Florida Entomological Society**, v. 98, n. 2, p. 714-720, 2015.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. **Coleópteros predadores (Coccinellidae)**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Bioecologia e nutrição de insetos. Bases para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, 2009. p. 931-968.
- AMORETTY, P. R. DE.; PADILHA, K. P.; FREITAS, R. T. DE.; BRUNO, R. V. Uso de *Drosophila melanogaster* como modelo para o estudo do relógio circadiano em insetos vetores. **Acta Scientiae and Technicae**, v. 1, n. 1, p. 87 – 98. 2013.
- ATALLAH, Y. H.; NEWSOM, L. D. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. **Jornal of economic entomology**, v. 59, n. 5, p. 1173 – 1179, 1966.
- BHATIA, V.; UNIYAL, P. L.; BHATTACHARYA, R. Aphid resistance in Brassica crops: challenges, biotechnological progress and emerging possibilities. **Biotechnology Advances**, v. 29, p. 879–888, 2011.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Taxonomic issues**, In: EMDEN, H.; HARRINGTON, R. (Eds), Aphis as crop pest. Wallingford, CAB International, 2007. p. 1-29.
- BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. **Predadores no controle biológico de pragas: sucessos e desafios**. In: HALFELD-VIEIRA, B. DE A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. DE L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas Embrapa, 2016. p. 359-397. (E-book).
- CARVALHO, F. D. **Influência de fatores ambientais e aspectos biológicos de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- DE CLERCQ, P. **Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets**. In: Capinera, J. L. (ed) Encyclopedia of Entomology, 2nd edn. Springer. 2008. p 1133-1336.
- DIXON, A. F. G. **Insect Predator-prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom 2000. 257p.

- FERRIZ, D. J. O. **Fundamentos de Biología molecular**. Editorial UOC. 2013. 243p.
- FINLAYSON, C.; ALYOKHIN, A.; GROSS, S.; PORTER, E. Differential consumption of four aphid species by four lady beetle species. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 31, p. 1-10. 2010.
- FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. In: **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.209-224.
- GALLO, D. NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Entomologia Agrícola**. FEALQ, Piracicaba, 2002. 920 p.
- GODOY, K. B.; CIVIDANES, F. J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**. v. 31, n. 1, p. 41-48, 2002.
- GOULART, H. F.; LIMA, M. R. F.; DE MORAIS, R. K. S.; BERNARDO, V. B. Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1205-1224, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Vanderson_Bernardo2/publication/281478353_Pheromones_A_Green_Alternative_for_the_Integrated_Pest_Management/links/564a30e208ae295f644fbcc5.pdf> Acessado em: 10, maio, 2017.
- GUEDES, C. F. C. Preferência alimentar e estratégias de alimentação em Coccinellidae (Coleoptera). **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 59-80, 2013.
- HAGEN, K. S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 7, p. 289-326, 1962.
- HARWOOD, J. D.; OBRYCKI J. J. The role of alternative prey in sustaining predator populations. **Second International Symposium on Biological Control of Arthropods**. P. 453-462, 2005.
- HODEK, I. **Biology of coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260 p.
- HODEK, I; EVANS, E. W. **Food relationships**, In: HODEK, I; VAN EMDEN, H. F; HONEK, A. Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). Blackwell, UK, 2012, p. 141–274.
- IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p. 323-342, 1999.
- JAIMES, M. *Drosophila melanogaster* – Algo sobre la *Drosophila melanogaster*. 2012. Disponível em: <<http://drosophilidae.blogspot.com.br/>>. Acessado em: 10. Jun. 2017.
- JENNINGS, B. H. *Drosophila* – a versatile model in biology & medicine. **Materials Today**, v. 14, n. 5, p. 190 – 195, 2011.

JESSIE W. Suitability of *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) from winter canola for development and survival of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). 2013. 70 p. Doctoral dissertation. **Oklahoma State University**, Oklahoma, USA, 2013.

KARILUOTO, K. T.; JUNNIKALA, E.; MARKKULA, M. Attempts at rearing *Adalia bipunctata* L. (Col. Coccinellidae) on different artificial diets. **Annales Entomologici Fennici**, v. 42, p. 91-97, 1976.

KARILUOTO, K. T. Survival and fecundity of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) and some other predatory insect species on an artificial diet and a natural prey. **Annales Entomologici Fennici**, v. 46, p. 101- 106, 1980.

KENNEDY J. S.; DAY M. F.; EASTOP V. F. A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. **Commonwealth Institute of Entomology**, London, UK, 1962. 114 p.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, p. 1-20. 2012.

LIU S. S.; WANG X. G.; WU X. J.; SHI Z. H.; CHEN Q. H.; HU H. X. Population fluctuation of aphids on crucifer vegetables in Hangzhou suburbs. **Chinese Journal of Applied Ecology**, v. 8, n. 5, p. 510–514, 1997.

LIU, T-X.; SPARKS JUNIOR, A. N. **Aphis on cruciferous crops identification and management**. 2001. 12p. Disponível em: <http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87054/pdf_1477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 10.jun.2017.

LIXA, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) usando plantas aromáticas como sítio de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico, e aspectos biológicos em condições de laboratório**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

LUNDGREN, J. G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, v. 51, p. 294–305, 2010.

LUNDGREN, J. G.; MOSER, S. E.; HELLMICH, R. L.; SEAGRAVES, M. P. The effects of diet on herbivory by a predaceous lady beetle. **Biocontrol Science and Technology**, v. 21, n. 1, 71- 74. 2011.

MICHAUD, J. P. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, v. 102, p. 385-390, 2005.

MICHAUD, J. P. Coccinellids in Biological Control. In: HODEK I., VAN EMDEN H. F., HONEK A. Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae), Blackwell Publishing Ltd. 2012. p. 488-519.

MOSER, S. E.; KAJITA, Y.; HARWOOD, J. D.; OBRYCKI, J. J. Evidence for utilization of Diptera in the diet of field-collected coccinellid larvae from an antibody-based detection system. **Biological Control**, v. 58, p. 248–254, 2011.

NOGUEIRA DE SÁ, L. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; DE MORAES, G. J.; MARINHO-PRADO, J. S.; PRADO, S. DE S.; DE VASCONCELOS, R. M. Quarantine facilities and legal issues of the use of biocontrol agents in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 502-509, 2016.

OBRYCKI, J. J.; KRING, T. J. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 295-321, 1998.

OLIVEIRA, N. C. **Efeitos de diferentes sistemas de manejo de plantas sobre o controle biológico e incidência de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e biologia de coccinelídeos (Coleoptera)**. 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

OLIVEIRA, N. C. DE.; WILCKEN, C. F.; MATOS, C. A. O. DE. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.

OLIVEIRA, J. E. DE M.; DE BORTOLI, S. A.; DOS SANTOS, R. F.; MOREIRA, A. N. Desenvolvimento de metodologia de criação e multiplicação de *Aphis gossypii*: avanços e sucessos. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 65-68, 2010.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 18 – 33.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Manole, 2002. 609p.

PARRA, J. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. p. 91 - 174, In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 1484 p.

PEÑA-MARTINEZ, R. **Afidos como vectores de virus en Mexico**. Montecillo, Centro de Fitopatologia, 1992, 135 p.

PONSONBY D. J.; COPLAND M. J. W. Coccinellidae and other Coleoptera. In: Ben-Dov Y.; Hogson C. J. Soft scale insects: Their biology, natural enemies and control. **Elsevier Science**. Amsterdam: The Netherlands., v. 7b, p. 29–60, 1997.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente**. Nobel, 1994. 137p.

RANA, J. S. Performance of *Lipaphis erysimi* (Homoptera: Aphididae) on diferente *Brassica* species in a tropical environment. **Journal of Pest Science**. v. 78, p. 155-106, 2005.

RESENDE, A. L. S.; SILVA, E. E.; SILVA, V. B.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Primeiro Registro de *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera:Aphididae) e sua Associação com Insetos Predadores, Parasitóides e Formigas em Couve (Cruciferae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 4, p. 551-555, 2006.

RIDDICK, E. W. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. *BioControl*, v. 54, p. 325-339, 2009.

RIDDICK, E. W.; ROJAS, M. G.; MORALES-RAMOS, J.; ALLEN, M.; SPENCER, B. *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America* (ed. A. Shelton). Cornell University 2011. Disponível em:<<http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/predators/spunctillum.html>>. Acessado em: 10 jun 2017.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M.G. Is *Tetranychus urticae* suitable prey for development and reproduction of naive *Coleomegilla maculata*? **Insect Science**, v. 21, p. 83 – 92, 2014a.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M. G. Potential utilization of *Artemia franciscana* eggs as food for *Coleomegilla maculata*. **BioControl**, v. 59, p. 575–583, 2014b.

ROJAS, M. G.; MORALES-RAMOS, J. A. Tri-trophic level impact of host plant linamarin and lotaustralin on *Tetranychus urticae* and its predator *Phytoseiulus persimilis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, p. 1354–1362, 2010.

ROJAS, M. G.; MORALES-RAMOS, J.; RIDDICK, E. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) poder to enhance artificial diet formulations for *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, v. 100, p. 70-78, 2016.

SANCHES, N. F.; CARVALHO, R DA S. **Procedimentos para Manejo da Criação e Multiplicação do Predador Exótico *Cryptolaemus montrouzieri***. 2010. 5p. (Embrapa-Circular Técnica 99).

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. DE C. R.; TÔRRES, R. M. S.; DO NASCIMENTO, F. R. Aspectos biológicos e consumo alimentar de Larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 6, p. 1273-1278, 2001.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; DOS ANJOS, A. C. R.; CIVIDANES, F. J.; DIAS, P. C. Effects of food deprivation on the development of *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 1, p. 112-116. 2011.

SEPEL, L. M. N.; LORETO, É. L. S. 2010: UM SÉCULO DE DROSOPHILA NA GENÉTICA. **Sociedade Brasileira de Genética**, v. 5, n. 2, p. 42 – 47, 2010.

SIGHINOLFI, L.; FEBVAY, G.; DINDO, M. L.; REY, M.; PAGEAUX, J. BARONIO, P. GRENIER, S. Biological and biochemical characteristics for quality control of *Harmonia*

axyridis (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) reared on a liver-based diet. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 68, p. 26-39, 2008.

SILVA, R. B.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; LIMA, E. R.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica** n. 37, p. 115–123, 2009.

SILVA, R. B. DA.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. DE L. C.; TAVARES, W. DE S. Development of *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p. 13-26, 2010.

SILVA, E. DA. **Aspectos biológicos de duas espécies de joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com presas alternativas em laboratório**. 2014. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, de H. N. **Controle Biológico de Insetos-Praga na Soja**. Embrapa. Tecnologia e Produção: Soja 2013/2014. 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102097/1/cap.-8.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

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

SUN, Y-X.; HAO, Y-N.; RIDDICK, E. W.; LIU, T-X. Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: current situation, obstacles, and approaches for improvement: a review. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, p. 601-619, 2017.

THOMPSON, S. N.; HAGEN, K. S.; Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. In: BELLOWS, T.S.; FISHER, T. W.; editors. **Handbook of biological control: principles and applications**. Academic Press. p 594–652, 1999.

TORRES, J. B.; BASTOS, C. S.; PRATISSOLI, D. Controle biológico de pragas com uso de insetos predadores p. 17-32 In: **Informe Agropecuário**, v.30 n. 251, 2009 p. 124.

VAN LENTEREN J. C.; BUENO V. H. B. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, v. 48, p. 123–139, 2003.

VANDENBERG, N. J. The new world genus *Cycloneda Crotch* (Coleoptera: Coccinellidae: Coccinellini): historical review, new diagnosis, new generic and specific synonyms, and an improved key to North American Species. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 104, n. 1, p. 221-236, 2002.

VERMA S. N., SINGH O. P. Estimation of avoidable losses to mustard by the aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) in Madhya Pradesh. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 15, n. 1, p. 87–89. 1987. Disponível em: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijpp1&volume=15&issue=1&article=020>. Acessado em: 02 Jun 2017.

YANG, N. Y.; ZANG, L. S.; WANG, S.; GUO, J.Y.; XU, H. X.; ZHANG, F.; WAN, F. H. Biological pest management by predators and parasitoids in the greenhouse vegetables in China. **BioControl**, v. 68, p. 92-102, 2014.

YUE B.; LIU T.-X. Host selection, development, survival, and reproduction of turnip aphid (Homoptera: Aphididae) on green and red cabbage varieties. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 4, p. 1308–1314, 2000.

ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; SANTOS, G. P.; RAMALHO, F. S. Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 225-1230, 2002.

CAPÍTULO I

ADEQUABILIDADE DE LARVAS DE *Drosophila melanogaster* COMO PRESA ALTERNATIVA PARA LARVAS E ADULTOS DE *Coleomegilla maculata*

RESUMO

A joaninha de doze pintas, *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador polífago, com grande potencial para ser utilizado no controle biológico aumentativo de pragas agrícolas, principalmente de pulgões. Todavia, sua criação em laboratório depende ainda da obtenção de metodologias de que utilizem presas alternativas. O uso dessas presas tem se mostrado promissor para criação desse predador em laboratório, mas algumas presas têm dificuldades de criação em laboratório. O objetivo desse estudo foi avaliar a adequabilidade de larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa que permita o desenvolvimento larval e reprodução de *C. maculata* em condições de laboratório. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições, iniciando com 60 larvas de 1º instar de *C. maculata* para cada tratamento, sob condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR, fotofase 12h). As larvas desse predador foram alimentadas diariamente com a presa correspondente a cada tratamento. O desenvolvimento das fases imaturas e dos adultos foi acompanhado a cada 24h de maneira a se determinar a ocorrência de mudança das fases de desenvolvimento, acasalamento, cópula e óbito dos indivíduos. Os resultados mostraram que as presas não influenciaram a duração dos estágios larvais de *C. maculata*, exceto no quarto instar, que teve um desenvolvimento mais rápido quando alimentadas com larvas vivas de *D. melanogaster* do que com ninfas e adultos de *L. erysimi*. A mortalidade das formas imaturas foi menor quando ofertadas larvas vivas de *D. melanogaster*. Adultos mais pesados, maior número de ovos por massa e maior viabilidade de ovos foram encontrados quando a presa alternativa foi oferecida. Pode-se concluir que larvas vivas de *D. melanogaster* são adequadas como presa alternativa para criação de *C. maculata* em laboratório.

Palavras-chaves: joaninha afidófaga, dieta alimentar, características biológicas.

ABSTRACT

The twelve-spotted lady beetle, *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) is a polyphagous predator, with great potential to be used in the biological control of augmented agricultural pests, mainly aphids. However, their rearing in the laboratory also depends on obtaining methodologies that use alternative prey. The use of these prey has been promising for the rearing of this predator in the laboratory, but some prey have difficulties of rearing in the laboratory. The objective of this study was to evaluate the suitability of live larvae of *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) as an alternative prey that allows larval development and reproduction of *C. maculata* under laboratory conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design with two treatments and ten replicates, starting with 60 instar larvae of *C. maculata* for each treatment under laboratory conditions (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ RH, 12h photophase). The larvae of this predator were fed daily with the prey corresponding to each treatment. The development of immature and adult phases was monitored every 24 hours to determine the occurrence of changes in the developmental, mating, copula and death phases of individuals. The results showed that the prey did not influence the duration of the larval stages of *C. maculata*, except in the fourth instar, which had a faster development when fed with live larvae of *D. melanogaster* than with nymphs and adults of *L. erysimi*. The mortality of the immature forms was lower when offered live larvae of *D. melanogaster*. The heavier adults had a higher number of eggs per mass and produced eggs with greater viability when the alternative prey was offered. It can be concluded that live larvae of *D. melanogaster* are suitable as alternative prey for the rearing of *C. maculata* in the laboratory.

Key words: Coccinellidae, aphidophagous lady beetle, food diet, biological aspects.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com a maior conscientização da sociedade sobre a produção de alimentos cada vez mais sustentável, vêm crescendo os estudos com técnicas capazes de garantir o potencial agrícola sem comprometer a saúde humana e o equilíbrio dos agroecossistemas (PAULA JÚNIOR et al., 2016). Uma das técnicas utilizadas é o controle biológico de pragas, que visa o controle de organismos com potencial de alcançar status de praga por meio da ação de seus inimigos naturais (PARRA et al., 2002).

Coleomegilla maculata (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) é uma espécie de joaninha predadora, com grande potencial para ser utilizada no controle biológico de pragas. Está amplamente distribuída na América Norte, Central e Sul onde frequentemente ocorre em ecossistemas manejados predando pragas de importância agrícola: ácaros fitófagos, cochonilhas, psilídeos, pulgões, moscas - branca, ovos e larvas neonatas de Coleoptera e Lepidoptera (MUNYANEZA; OBRYCKI, 1998; RIDDICK et al., 2014a; SILVA et al., 2009).

Em condições de laboratório, suas larvas são capazes de completar seu desenvolvimento e seus adultos mantêm-se reprodutivos ao se alimentar de dietas artificiais, que geralmente são constituídas por uma mistura de substâncias químicas (e.g. levedo de cerveja, mel, gema de ovos de galinha, fígado de galinha ou de porco, vitaminas e ácido ascórbico) e/ou de presas artificiais ou alternativas (i.e., presas não naturais) (ATTALLAH; NEWSON, 1966; HODEK 1967; RIDDICK, 2009; SILVA et al., 2010; SUN et al., 2017). Essa capacidade de consumir uma diversidade de fontes de alimento tende a facilitar o uso de *C. maculata* em programa de controle biológico aumentativo de pragas agrícolas, que envolve sua criação massal em laboratório (HOFFMANN; FORDSHAM, 1993; LUCAS et al., 2004; ALLEN, 2015). Todavia, a seleção de dietas ou presas artificiais rentáveis ainda continua sendo um desafio para criação massal de joaninhas predadoras (SUN et al., 2017).

Ovos de *E. kuehniella* é comumente usada como presa alternativa para a criação de *C. maculata* em laboratório, ao invés da presa natural ou praga alvo (e.g. afídeos), que geralmente só consegue ser criada na planta hospedeira; portanto, requer o cultivo da mesma, encarecendo a criação do predador (MICHAUD; GRANT, 2005; MICHAUD; JYOTI, 2008; RIDDICK, 2009; SILVA, et al. 2010; SUN et al., 2017). Contudo, a criação de *E. kuehniella* exige muitos cuidados e seus ovos podem ser adquiridos no mercado, mas a preços relativamente elevados, diminuindo a relação custo-benefício da criação do predador (DE CLERCQ, 2008; SUN et al., 2017).

Dípteros imaturos servem como presa para joaninhas predadoras com baixa frequência em condições de campo (MOSER et al., 2011). Todavia, a presença de larvas de dípteros no conteúdo intestinal foi documentada para adultos dissecados de *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) coletados em vários agroecossistemas (TRILTSCH, 1999). Moser et al. (2011) detectaram, em condições de laboratório, que a proporção de proteínas provenientes de dípteros ocorreu mais frequentemente quando larvas de *C. maculata* se alimentaram de larvas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) comparado a pupas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae).

Hardwood e Obrycki (2005) citaram a criação em laboratório de *H. axyridis* usando larvas de *D. melanogaster* como alimento, mas complementado com a presa natural, *A. pisum*. Riddick et al. (2014b) demonstraram que ovos de mosca doméstica (*M. domestica*) são presas artificiais adequadas para o desenvolvimento e reprodução de *C. maculata*. Apesar de D'Ávila et al. (2017) darem informações básicas sobre o efeito de *D. melanogaster* em alguns parâmetros biológicos de *C. maculata* em relação a dietas a base de pólen e de ovos de *E.*

kuehniella (geralmente usados como dieta de referência nos estudos de adequabilidade de presas), eles não a compararam com presas naturais (e.g. afídeos).

Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a adequabilidade de larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa que permita o desenvolvimento larval e reprodução de *C. maculata* em condições de laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da Joaninha para Teste das Presas

Duas colônias estoques de adultos de *C. maculata* foram estabelecidas para fornecer ovos para iniciar o experimento. Essas colônias foram formadas a partir dos ovos obtidos da criação matriz dessa espécie do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF), Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no *campus* Seropédica, RJ. Essas criações foram mantidas em sala com condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas).

Os adultos da criação matriz eram criados em potes plásticos transparentes de 1L e vedados com tampa telada de organza. Quando havia a oviposição, os ovos eram mantidos nos potes e os adultos retirados para evitar o canibalismo dos ovos. Esses ovos foram diariamente observados até a eclosão das larvas. Adultos da criação matriz de *C. maculata* eram alimentados *ad libitum* com larvas vivas de *D. melanogaster*, uma dieta de mel e levedo de cerveja (1:1), como fonte de carboidrato complementar a dieta e água fornecida em algodão embebido colocado em tampa de garrafa PET. As larvas de *C. maculata* eram alimentadas apenas com larvas vivas de *D. melanogaster*.

Para evitar o condicionamento pré-imaginal, numa colônia estoque, as larvas de *C. maculata* foram alimentadas apenas com larvas vivas de *D. melanogaster* e para a outra colônia foram fornecidas ninfas e adultos de *L. erysimi*. As larvas das joaninhas após 24h à sua eclosão, foram individualizadas em frascos de vidros de 20 ml tampados com algodão hidrófilo (Figura 1a). As larvas foram alimentadas diariamente *ad libitum* com a presa correspondente à colônia estoque. Foram separadas 200 larvas eclodidas dos ovos das matrizes para cada presa para obtenção dos adultos (primeira geração - G1) cujos ovos foram usados para iniciar o experimento.

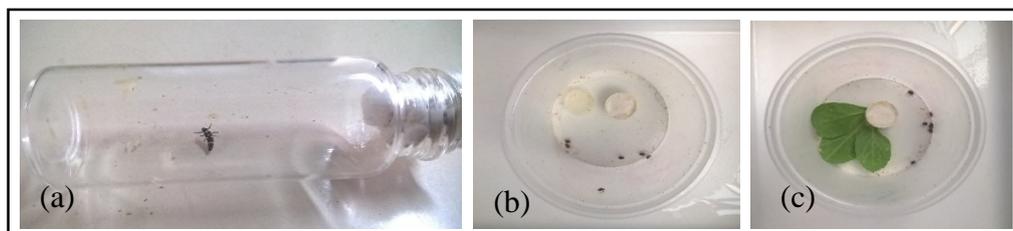


Figura 1. Larva de *Coleomegilla maculata* criada individualmente em frascos de vidros de 20 mL (a) e seus adultos criados com larvas de *Drosophila melanogaster* (b) e ninfas e adultos de *Lipaphis erysimi* (c) no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), Seropédica – RJ, 2016/2017.

Os adultos G1, após fixação do padrão de coloração característico da espécie, foram reunidos em grupos de seis indivíduos por pote de criação (iguais aos usados para a colônia matriz) e sem considerar a proporcionalidade entre machos e fêmeas, devido à dificuldade de discriminação visual dos sexos (GORDON, 1978). Os adultos foram observados diariamente, e na ausência de cópula, foram realizadas trocas de forma aleatória dos indivíduos alimentados com a mesma presa entre os potes até garantir a presença de, no mínimo, um casal em cada grupo. Os adultos G1 foram alimentados *ad libitum* com a mesma presa fornecida às larvas que lhe deram origem e trocadas diariamente. Água foi fornecida em algodão hidrófilo umedecido com água filtrada dentro de tampas de garrafas PET (Figura 1 b, c).

2.2 Obtenção das Presas

As larvas de *D. melanogaster* foram obtidas da criação mantida no CIMP em sala com condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h), sendo alimentadas *ad libitum* com dieta artificial à base de banana (cv. Nanica) (600g de banana descascada), aveia (28g), mel (54g), fermento em pó seco instantâneo (13g), água (120 mL) e violeta de genciana (4 gotas) como agente antisséptico. A dieta era ofertada em copos plásticos de 200 ml aos adultos de *D. melanogaster* condicionados em gaiolas de polietileno de 30 cm x 30 cm x 30 cm e com malha fina de 1 mm² (Bioquip®, Rancho Dominguez, CA, USA) para oviposição e posterior desenvolvimento de suas larvas em meio à dieta, seguindo a metodologia de Silva (2014). As gaiolas eram trocadas a cada 30 dias para evitar acúmulo de resíduos e indivíduos mortos no fundo das mesmas.

Ninfas e adultos do pulgão *L. erysimi* foram obtidos de folhas de plantas de couve infestadas naturalmente por colônias dessa espécie e cultivadas na área experimental do DEnF. Indivíduos foram coletados e acondicionados em frasco de vidro com álcool 70% e enviados para o taxonomista do DEnF (Prof. Aurino Florencio de Lima) para identificação conclusiva da espécie. As plantas de couve foram cultivadas em canteiros (2 m de comprimento por 0,8 m de largura), com espaçamento entre plantas de 0,3 m entre linhas e 0,3m entre plantas, sob telado, sem qualquer tratamento fitossanitário.

2.3 Avaliação de *D. melanogaster* como Presa Alternativa

O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado, sendo iniciado a partir dos ovos das fêmeas G1 de *C. maculata*, conduzido em condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h) e consistiu de dois tratamentos: larvas de *D. melanogaster* (presa alternativa) e ninfas e adultos de *L. erysimi* (presa natural), ambas ofertadas *ad libitum*, com dez repetições (com seis indivíduos por repetição).

A adequabilidade de *C. maculata* da presa alternativa para criação foi avaliada com base na determinação de parâmetros biológicos de suas fases imaturas e adulta da segunda geração (G2), conforme descritos abaixo, em comparação aos mesmos parâmetros obtidos quando a presa natural foi ofertada.

2.3.1 Fase de ovo

Depois de iniciada a oviposição das fêmeas G1, as suas massas de ovos foram separadas retirando-se os adultos dos potes de criação para se evitar o canibalismo. Observações diárias dessas massas (n = 10 massas/tratamento) foram realizadas para se determinar o período embrionário (intervalo, em dias, entre a oviposição e a eclosão das larvas).

2.3.2 Fases de larva, pré-pupa e pupa

As larvas G2 de *C. maculata* em cada tratamento, após 24h de idade, foram individualizadas e manejadas como as larvas da colônia estoque. No início do experimento, foram observadas 60 larvas de 1º instar por tratamento, sendo observadas a cada 24 horas até a obtenção das pupas para determinação dos seguintes parâmetros: número de instares (obtido por exame visual da presença de exúvias), duração (em dias) de cada instar (intervalo, em dias, entre cada ecdise), duração da fase larval (intervalo, em dias, da eclosão do 1º instar até o final da fase de pré-pupa), duração da fase de pré-pupa (intervalo, em dias, entre a fixação

da larva de último instar na parede do frasco e a formação da pupa), duração da fase de pupa (intervalo, em dias, entre a formação da pupa e a emergência do adulto), duração do ciclo biológico (período, em dias, desde a deposição dos ovos até a emergência dos adultos) e a porcentagem de mortalidade dos imaturos (larvas e das pupas).

2.3.3 Fase adulta

Após 24 h da emergência, sem oferta prévia de qualquer alimento, foi determinada a massa corpórea de 80 adultos da segunda geração (G2) de *C. maculata*, com os élitros já endurecidos e sem distinção dos sexos, usando uma balança analítica de precisão de quatro casas decimais (Shimadzu[®], AUX-320, São Paulo, SP, Brasil). Em seguida, os adultos foram colocados em potes plásticos, sendo separados pelo tratamento e mantendo as dez repetições, manejados conforme os adultos G1. Observações diárias foram realizadas para determinar os seguintes parâmetros: período de pré-cópula (intervalo, em dias, da emergência dos adultos até o início da formação de casais), período de pré-oviposição (intervalo, em dias, entre o início da cópula e o início das posturas) nos primeiros 30 dias, número de massas de ovos, número de ovos por massa, período embrionário (em dias) e viabilidade dos ovos (porcentagem de larvas eclodidas). Para determinar esse último parâmetro, dez ovos (as vezes ocorria um número menor de ovos na repetição, então era individualizados todos os ovos, quando eram encontrados mais de dez ovos, só eram individualizados os dez e o restante descartados) de cada repetição por tratamento foram separados diariamente em placa de microtitulação de 96 "poços" do tipo usado para teste ELISA, totalizando o máximo de 100 ovos por dia (quando encontravam 100 no dia eram utilizadas duas placas de teste Elisa).

2.4 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância por atenderem os pressupostos de normalidade e homogeneidade da variância dos erros (Shapiro-Wilk e Bartlett a 5%, respectivamente) e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. Essas análises foram realizadas com auxílio do programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS

As presas influenciaram no período embrionário dos ovos depositados pelas fêmeas da primeira geração (G1) de *C. maculata*, sendo maior quando alimentadas com larvas de *D. melanogaster*. Os tempos requeridos para o desenvolvimento dos três primeiros instares e de pré-pupa da segunda geração (G2) de *C. maculata* não apresentaram diferenças significativas quando receberam larvas de *D. melanogaster* e pulgões *L. erysimi* como presas (Tabela 1). Entretanto, a duração do quarto instar diferiu significativamente entre os tratamentos. A duração de toda a fase de larva apresentou também diferença significativa entre as presas, revelando que as larvas alimentadas com larvas de *D. melanogaster* tem seu desenvolvimento mais rápido do que quando alimentadas com ninfas e adultos de *L. erysimi* (Tabela 1).

Tabela 1. Duração (média \pm erro padrão, em dias) dos instares e das fases larval e pré-pupa da segunda geração (G2) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Presa	PE**	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Fase larval	Pré-pupa
Alternativa	3,50 \pm 0,17 a	2,72 \pm 0,08 a	1,91 \pm 0,06 a	2,44 \pm 0,11 a	3,20 \pm 0,10 a	10,23 \pm 0,26 a	1,16 \pm 0,06 a
Natural	2,90 \pm 0,23 b	2,65 \pm 0,08 a	2,11 \pm 0,13 a	2,71 \pm 0,08 a	4,71 \pm 0,13 b	12,15 \pm 0,21 b	1,04 \pm 0,06 b
CV (%)	7,88	9,17	15,59	11,67	9,45	6,70	16,53

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

**PE = Período embrionário.

O tipo de presa também não interferiu na duração da fase de pupa (Tabela 2). Todavia, a duração do ciclo biológico de *C. maculata* alimentada com a presa alternativa foi significativamente menor do que daquelas para as quais se ofertou a presa natural. A presa *D. melanogaster* também causou menor porcentagem de mortalidade de larvas e pupas.

Tabela 2. Duração (média \pm erro padrão, em dias) da fase de pupa e do ciclo biológico e mortalidade (%) dos imaturos da primeira geração (G1) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Presa	Pupa	Ciclo biológico	Mortalidade das larvas (%)	Mortalidade das pupas (%)
Alternativa	3,35 \pm 0,15 a	18,25 \pm 0,27 a	1,67 \pm 0,01 a	4,00 \pm 0,02 a
Natural	3,33 \pm 0,12 a	19,42 \pm 0,35 b	12,30 \pm 0,04 b	20,50 \pm 0,10 b
CV (%)	12,67	5,25	1,37	1,77

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os valores da massa corpórea média dos adultos G2 de *C. maculata*, após 24h da sua emergência, apresentaram diferenças significativas. Adultos provenientes de larvas alimentadas com *D. melanogaster* apresentaram massa corpórea maior do que aqueles oriundos de larvas alimentadas com a presa natural (Tabela 3). Todavia, a duração dos períodos de pré-cópula e de pré-oviposição desses adultos, quando alimentados com essas presas, não diferiram significativamente entre si.

Tabela 3. Massa corpórea e parâmetros reprodutivos (média \pm erro padrão) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Presa	Massa corpórea (mg)	Pré-Cópula (em dias)	Pré-oviposição (em dias)
Alternativa	14,81 \pm 0,39 a*	6,60 \pm 0,58 a	3,20 \pm 0,57 a
Natural	9,15 \pm 0,16 b	6,00 \pm 0,49 a	2,80 \pm 0,44 a
CV (%)	8,04	27,08	53,98

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em relação à capacidade reprodutiva, *C. maculata* quando alimentada com *D. melanogaster* produziu um número menor de massas de ovos. Porém a quantidade de ovos por massa e a viabilidade de seus ovos foi maior em comparação com adultos alimentados com *L. erysimi* (Tabela 4). Não houve influência das presas no período embrionário.

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos (média \pm erro padrão) de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Presa	Número de massa de ovos/dia	Número de ovos por massa	Período embrionário (em dias)	Viabilidade dos ovos (%)
Alternativa	1,28 \pm 0,09 a*	10,56 \pm 0,63 a	3,14 \pm 0,04 a	49,01 \pm 6,25 a
Natural	2,34 \pm 0,25 b	8,07 \pm 0,41 b	2,80 \pm 0,31 a	30,68 \pm 5,60 b
CV (%)	33,05	18,18	23,70	47,08

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

Larvas vivas de *D. melanogaster* ofertadas como presa alternativa permitiram o desenvolvimento completo das formas imaturas de *C. maculata* até a obtenção de adultos normais, proporcionando melhor performance em relação a maioria dos parâmetros biológicos avaliados, do que quando a presa natural (*L. erysimi*) foi ofertada. Todavia, a presa natural proporcionou maior fecundidade das fêmeas G2 do que a presa alternativa. A duração do 1º, 2º e 3º instar, da pré-pupa e da pupa da geração G2 de *C. maculata*, os períodos de pré-copula e pré-oviposição e a duração da fase de ovo da geração G3 não foram afetados por ambas as presas.

Em estudos realizados para avaliar a adequabilidade de presas alternativas para a criação de *C. maculata* em laboratório, D'Ávila (2012) e Silva (2014) obtiveram durações larvais maiores que as encontradas no presente trabalho, quando alimentaram larvas de *C. maculata* com *D. melanogaster*. Entretanto, as médias observadas por D'Ávila (2012) estão mais próximas a este trabalho, do que as encontradas por Silva (2014), onde o mesmo encontrou valores médios de aproximadamente quatro dias para os quatro estádios larvais. É possível considerar *D. melanogaster* como uma presa adequada tanto para a fase larval, quanto para a fase adulta, em certa extensão, conforme a classificação proposta por Michaud (2005), visto que esse autor considerou a adequabilidade da presa em relação a sobrevivência dos indivíduos, peso e produção de ovos pelos adultos, dos Coccinellidae, comparando a presa ofertada aos ovos de co-específicos como presa de referência.

A porcentagem de mortalidade dos imaturos (larvas e pupas) de *C. maculata* foi significativamente menor quando ofertadas larvas vivas de *D. melanogaster* em relação ao afídeo, mesmo na ausência de provisão de água para as larvas de *C. maculata*. Tal fato sugere que o conteúdo de água inicial presente nas larvas de *D. melanogaster* seja igual ou superior à ninfas e adultos vivos de *L. erysimi*. Michaud (2005) e Michaud e Grant (2005) recomendam que água suplementar deve ser fornecida às larvas de *C. maculata* quando são usadas dietas ou presas que não sejam pulgões (por exemplo, pólen e fontes alternativas de proteína animal), visto que o acesso limitado à água (sem água a cada três dias) coloca as larvas numa condição de estresse, reduzindo significativamente a sobrevivência das mesmas até a fase adulta. Essa condição foi observada para pólen de sorgo e milho, com 32,8% e 25,6% de conteúdo de água inicial, que foram considerados valores relativamente altos por Michaud e Grant (2005). Specty et al. (2003) determinaram que adultos de *A. pisum* possuem 80% de conteúdo de água quando criados em mudas de feijão (*Vicia faba* L., var. Aquadulce) no laboratório. No entanto, análise dessa variável bioquímica não foi realizada para as presas avaliadas no presente estudo e futuras investigações a respeito seriam necessárias para testar tal hipótese.

Larvas alimentadas com *D. melanogaster* se tornaram adultos com massa corpórea significativamente maior em comparação às larvas alimentadas com *L. erysimi*. Valores próximos aos observados para indivíduos alimentados com larvas de *D. melanogaster* foram encontrados por D'Ávila (2012) utilizando a mesma presa, adultos com massa corpórea (14,4 mg). Riddick et al. (2014a) ofertaram como presa *A. fasciscana* e obtiveram adultos com 14,25 mg. Entretanto Silva (2014) obteve adulto com peso médio de 10,75, quando fornecido a mesma presa alternativa do presente estudo. Riddick et al. (2014b) utilizando ovos de uma outra espécie de Diptera, *Musca domestica* (L.) (Diptera: Muscidae) como presa para *C. maculata*, obteve peso médio próximo a Silva (2010), com indivíduos adultos pesando em média 10,8 mg. Imaturos alimentados com *L. erysimi* originaram adultos com peso médio de 9,15 mg, valor maior ao encontrado por Lixa (2008), onde obteve adultos com peso médio de 7,39 mg fornecendo a mesma espécie de pulgão. Entretanto, Silva et al. (2010) ofertando

outra espécie de pulgão obteve adultos mais pesados, em média 13,6 mg. De acordo com Nordlund e Greenberg (1994), a massa corpórea dos adultos de artrópodes predadores indica a quantidade de nutrientes armazenados, os quais podem afetar o acasalamento em si, o voo para atividades diárias, tais como procura pelo alimento, sexo oposto, fuga de seus próprios inimigos naturais, dispersão, migração e fecundação.

Todavia, as fêmeas de *C. maculata* alimentadas com a presa alternativa exibiram menor fecundidade (expressa pelo número de ovos/dias, nos primeiros 30 dias após a emergência dos adultos). Esse resultado corrobora a afirmação de Sun et al. (2017) de que algumas presas ou alimentos artificiais são subótimos em termos de maximizar a capacidade reprodutiva dos coccinelídeos predadores. Por exemplo, Riddick et al. (2014a) observaram que ovos de *A. franciscana* não são adequados para maximizar a fecundidade de *C. maculata*, assim sugeriram que um dos modos de melhorar a produção de ovos poderia envolver a suplementação dessa dieta com fontes baratas de nutrientes para adultos de *C. maculata*. Estudos têm mostrado que adição de determinados alimentos não-presa, tais como pólen, sacarose e produtos das abelhas (e.g., mel e geleia real) às dietas a base de proteína animal pode melhorar a fecundidade de joaninhas afidófagas (RICHARDS; EVANS 1998; BONTE et al., 2010; FARAG et al., 2011; D'ÁVILA et al., 2017). De fato, a adição de uma dieta à base da mistura de levedo de cerveja em pó + mel (1:1) ofertada simultaneamente com as larvas de *D. melanogaster* para a alimentação dos adultos tem sido observada melhorar a capacidade reprodutiva da colônia matriz usada no presente estudo; todavia, esse efeito positivo precisa ser avaliado experimentalmente.

A mortalidade foi significativamente maior em larvas alimentadas com *L. erysimi*, em relação às alimentadas com larvas de *D. melanogaster*. Silva et al. (2010) observaram uma mortalidade pequena, quando ofertou o pulgão *R. maidis* para larvas de *C. maculata*, indicando que esta espécie é capaz de promover uma boa viabilidade aos indivíduos de *C. maculata*.

No presente estudo, apesar da baixa fecundidade das fêmeas de *C. maculata* alimentadas com a presa alternativa, elas depositaram maior número de ovos por massa e seus ovos tiveram maior viabilidade do que quando as larvas e adultos dessa joaninha foram alimentados com a presa natural. O período de pré-cópula não apresentou diferença significativa em função da presa ofertada, durando em média 9 dias. Phoofolo e Obrycki (1997) encontraram um período de pré-oviposição relativamente maior ($12,9 \pm 3,1$ dias) quando se ofertou ninfas e adultos de *A. pisum* às larvas e adultos de *C. maculata*. Usando *Schizaphis graminum* Rondani (Hemiptera: Aphididae) para alimentar as larvas e adultos de *C. maculata*, Michaud e Jyoti (2008) observaram que as fêmeas precisaram de um tempo relativamente maior ($14,9 \pm 2,5$ dias) para a produção da primeira massa de ovos do que o obtido no presente estudo. Em outro estudo prévio, fêmeas de *C. maculata* alimentada com ovos de mosca doméstica (*M. domestica*) requereram $13,5 \pm 2,3$ dias para iniciar a oviposição, mas quando *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), de diferentes fases de vida, foi usado como presa, o tempo requerido quase que triplicou ($38,7 \pm 6,2$ dias), sendo que esse ácaro foi considerado uma presa menos adequada para o desenvolvimento e reprodução de *C. maculata* em relação aos ovos da mosca doméstica (RIDDICK et al. 2014b).

A viabilidade dos ovos foi significativamente maior, quando indivíduos de *C. maculata* foram alimentados com larvas de *D. melanogaster*, apresentando uma viabilidade de ovos de aproximadamente 50%, enquanto os indivíduos alimentados com *L. erysimi* apresentaram uma viabilidade média de aproximadamente 31%. Tal fato pode ser explicado pela qualidade da presa, pois a mesma pode afetar a fertilidade, além de outras características biológicas dos predadores (FERKOVICH et al., 2007). Em estudos ofertando presas alternativas, obteve-se fertilidade próxima a 50 e 80%, quando foram utilizadas as presas alternativas, *A. fasciscana* e *M. domestica*, respectivamente (Riddick 2014 a,b). Lixa (2008)

ofertando a mesma espécie de pulgão do presente trabalho obteve viabilidade dos ovos próxima à encontrada por Silva (2010) ofertando outra espécie de pulgão, *S. graminum*, os dois autores obtiveram uma fertilidade de aproximadamente 42%, sendo maior que a encontrada no presente testudo.

A qualidade nutricional do alimento das presas testadas pode ter interferido no desenvolvimento larval e na performance dos adultos de *C. maculata*, todavia, não é possível inferir sobre a influência da qualidade nutritiva das presas testadas, pois a mesma não foi mensurada neste estudo.

As larvas vivas de *D. melanogaster* foram capazes de garantir as necessidades de desenvolvimento, crescimento e reprodução de *C. maculata*, apresentando potencial para serem utilizadas como presas artificiais para a criação desse predador. Entretanto, estudos complementares devem ser realizados para consolidar a sua utilização, visando a melhoria da capacidade reprodutiva de *C. maculata*. Tal melhoria pode ser por uma suplementação na dieta. Se faz necessário a avaliação do custo de produção desse predador com a *D. melanogaster* e a comparar o custo de produção de *D. melanogaster* com a produção de outras presas naturais e alternativas, de maneira a otimizar a utilização de *C. maculata* em programas de controle biológico aumentativo.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos com o estudo dos parâmetros biológicos e reprodutivos de *C. maculata* alimentada com a presa alternativa, *Drosophila melanogaster* em comparação com a presa natural, *Lipaphis erysimi*, conclui-se:

- 1- A presa alternativa proporcionou menor ciclo biológico e menor mortalidade das fases imaturas em relação a presa natural;
- 2- Indivíduos alimentados com presa alternativa (fase imatura e adulta) apresentaram maior massa corpórea, maior número de ovos por massa e maior viabilidade de ovos em comparação com indivíduos alimentados com a presa natural.
- 3- Larvas vivas de *D. melanogaster* é adequada para a criação de *Coleomegilla maculata* em laboratório.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. L. Greenhouse evaluation of neonate and adult applications of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to control twospotted spider mite infestations. **Florida Entomological Society**, v. 98, n. 2, p. 714-720, 2015.
- ATALLAH, Y. H.; NEWSOM, L. D. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. **Jornal of economic entomology**, v. 59, n. 5, p. 1173 – 1179, 1966.
- BONTE, M.; DE CLERCQ, P. Impact of artificial rearing systems on the developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 104, p. 1-11, 2010.
- D'ÁVILA, V. DE A. **Aceitação de polens de Apiaceae por *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) e efeito de diferentes dietas na sua biologia**. 85f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.
- D'ÁVILA, V. A.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; PEREIRA, R. N.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; MENDONÇA, C. B. F.; MELO, S. J.; SANTOS, T. M. Effect of provision of apiaceous flowers associated to foods on the biology of *Coleomegilla maculata*. **Phytoparasitica**, v. 45, p. 471-484, 2017.
- DE CLERCQ, P. **Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets**. In: Capinera, J. L. (ed) Encyclopedia of Entomology, 2nd edn. Springer. 2008. p 1133-1336.
- FARAG, N. A.; EL-WAHAB, T. E.; ABDEL-MONIEM, A. S. H. The influence of some honeybee products as a diet substitute on the different stages of *Coccinella undecimpunctata* L. in Egypt. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 44, p. 253-259, 2011.
- FERKOVICH, S. M.; VENKATESAN, T.; SHAPIRO, J. P.; CARPENTER, J. E. Presentation of artificial diet: effects of composition and size of prey and diet domes on egg production by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Florida Entomologist**, v. 90, n. 3, p. 502-508, 2007.
- FERREIRA, D.F. Sisvar. **Sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA/DEX. 2003.
- GORDON, R.D. West Indian Coccinellidae II (Coleoptera): some scale predators with key to genera and species. The **Coleopterist Bulletin**, v.32, p.205-218, 1978.
- HARDWOOD, J. D.; OBRYCKI, J. J. **The role of alternative prey in sustaining predator populations**. In: HODDLE, M.S. (ed) Second international symposium on biological control of arthropods. USDA Forest Service, Morgantown, p 453-462, 2005.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 12, p. 79-104, 1967.

HOFFMANN, M. P.; FORDSHAM, A. C. **Natural enemies of vegetable insect pests.** Ythaca: Cornell Cooperative Extension, Cornell University, 1993. 63p.

LIXA, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) usando plantas aromáticas como sítio de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico, e aspectos biológicos em condições de laboratório.** 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

LUCAS, E.; LABRECQUE, C.; CODERRE, D. *Delphastus catalinae* and *Coleomegilla maculata* lengi (Coleoptera: Coccinellidae) as biological control agents of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). **Pest Management Science**, v. 60, p. 1073-1078, 2004.

MICHAUD, J. P. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, v. 102, p. 385-390, 2005.

MICHAUD, J. P.; GRANT, A. K. Suitability of pollen sources for the development and reproduction of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) under simulated drought conditions. **Biological Control**, v. 32, p. 363-370, 2005.

MICHAUD, J. P. JYOTI, J. L. Dietary complementation across life stages in the polyphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, p. 40-45, 2008.

MOSER, S. E.; KAJITA, Y.; HARWOOD, J. D.; OBRYCKI, J. J. Evidence for utilization of Diptera in the diet of field-collected coccinellid larvae from an antibody-based detection system. **Biological Control**, v. 58, p. 248-254, 2011.

MUNYANEZA, J.; OBRYCKI, J. J. Development of Three Populations of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) Feeding on Eggs of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 27, n.1, p. 117-122, 1998.

NORDLUND, D. A.; GREENBERG, S. M. Facilities and automation for the mass production of arthropod predator and parasitoids. **Biocontrol News Info**, v. 4, p. 45-50, 1994.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** Manole, 2002. 609p.

PAULA JÚNIOR, T. J. MORANDI, M. A. B.; VENZON, M. **Manejo integrado de doenças e pragas utilizando o controle biológico.** In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Ed.). Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 214-237.

PHOOFULO, M. W.; OBRYCKI, J. J. Comparative prey suitability of *Ostrinia nubilalis* eggs and *Acyrtosiphon pisum* for *Coleomegilla maculata*. **Biological Control**, v. 9, p. 167-172, 1997.

RICHARDS, D. R.; EVANS, E.W. Reproductive responses of aphidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to nonaphid diets: an example from alfalfa. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 91, p. 632-640, 1998.

RIDDICK, E. W. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. **BioControl**, v. 54, p. 325-339, 2009.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M.G. Is *Tetranychus urticae* suitable prey for development and reproduction of naive *Coleomegilla maculata*? **Insect Science**, v. 21, p. 83 – 92, 2014a.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M. G. Potential utilization of *Artemia franciscana* eggs as food for *Coleomegilla maculata*. **BioControl**, v. 59, p. 575–583. 2014b.

SILVA, R. B.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; LIMA, E. R.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica** n. 37, p. 115–123, 2009.

SILVA, R. B. DA.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. DE L. C.; TAVARES, W. DE S. Development of *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p. 13-26, 2010.

SILVA, E. DA. **Aspectos biológicos de duas espécies de joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com presas alternativas em laboratório**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

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

SUN, Y-X.; HAO, Y-N.; RIDDICK, E. W.; LIU, T-X. Factitious prey and artificial diets for predatory lady beetles: current situation, obstacles, and approaches for improvement: a review. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, p. 601-619, 2017.

TRILTSCH, H. Food remains in the gut of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. **European Journal of Entomology**, v. 96, p. 355-364, 1999.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE E QUALIDADE DE PRESA ALTERNATIVA NO CONSUMO ALIMENTAR E PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Coleomegilla maculata*

RESUMO

Os predadores pertencentes à família Coccinellidae são importantes agentes de controle biológico, com grande potencial para serem utilizados no Manejo Integrado de Pragas (MIP), porém um dos entraves a sua utilização é a aquisição de recursos alimentares alternativos para multiplicação em laboratório, tais recursos devem ser nutricionalmente adequados, sem comprometer o ciclo biológico ao longo das gerações e que permitam ser eficientes agentes de controle quando liberados a campo. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da quantidade e qualidade de presa alternativa, *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) no consumo alimentar e nos parâmetros biológicos de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera:Coccinellidae). O experimento foi conduzido em ambiente controlado (umidade $60 \pm 10\%$, temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12h). Para comparar o consumo da presa alternativa, foi utilizada como testemunha a sua presa natural, o pulgão *Lipaphis erysimi* (Kaltenback) (Hemiptera: Aphididae). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, esquema fatorial 2 (duas presas) x 5 (cinco quantidades diferentes de cada presa), com cinco repetições cada, totalizando 50 indivíduos avaliados. As presas foram pesadas e ofertadas diariamente, assim como as sobras da dieta ofertada no dia anterior foram quantificadas. Para a pesagem das mesmas, foi utilizada uma balança analítica com precisão de quatro casas decimais. Os parâmetros avaliados foram: 1- consumo alimentar em cada fase de desenvolvimento, influenciado pela quantidade de presa ofertada; 2- duração de cada fase de desenvolvimento; 3- ciclo biológico; e 4- peso dos adultos após 24h a sua emergência. Foi utilizado o teste não-paramétrico Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Para análise elementar das dietas, avaliou-se os teores de nitrogênio, carbono e relação carbono:nitrogênio das duas presas ofertadas. Os resultados obtidos demonstraram que em relação ao consumo, pode-se observar diferenças significativas no primeiro e terceiro instar larval, bem como na fase adulta, indicando que nessas fases houve maior consumo de larvas de *D. melanogaster* em comparação a ninfas e adultos de *L. erysimi*. As larvas de *D. melanogaster* quando ofertadas a *C. maculata* se mostraram adequadas para seu desenvolvimento, não tendo diferenças significativas para o desenvolvimento pós-embrionário e no ciclo biológico, em comparação com a presa natural *L. erysimi*. Adultos alimentados com a presa alternativa foram mais pesados em relação aos adultos originários de larvas alimentadas com pulgão. A análise elementar das presas ofertadas revelou que o teor de nitrogênio contido nas duas é bem próxima, não se diferenciando estatisticamente, porém o teor de carbono e, conseqüentemente, a relação carbono: nitrogênio são significativamente diferentes, observando maiores valores nas larvas de *D. melanogaster*. Pode-se concluir que as larvas de *D. melanogaster* apresentam grande potencial para serem utilizadas como presa alternativa em criações de *C. maculata*, pois se mostraram bem aceitas pelo predador e suas características nutricionais são adequadas para o desenvolvimento do mesmo.

Palavras-chave: Coccinellidae, *Drosophila melanogaster*, *Lipaphis erysimi*, capacidade predatória, nutrição.

ABSTRACT

Predators belonging to the Coccinellidae family are important biological control agents with great potential for use in Integrated Pest Management (IPM), but one of the obstacles to their use is the acquisition of alternative food resources for laboratory multiplication, be nutritionally adequate, without compromising the biological cycle throughout the generations and allowing to be effective control agents when released to the field. The objective of the present study was to evaluate the influence of the quantity and quality of alternative prey, *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) on food intake and biological parameters of *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae). The experiment was conducted in controlled environment (humidity $60 \pm 10\%$, temperature 25 ± 1 ° C, photophase of 12h). To compare the consumption of the alternative prey, its natural prey, the aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenback) (Hemiptera: Aphididae), was used as a control. The design was completely randomized, factorial scheme 2 (two prey) x 5 (five different amounts of each prey), with five replications each, totaling 50 individuals evaluated. The prey were weighed and offered daily, as well as the leftovers from the diet offered the previous day were quantified. For the weighing of the same, an analytical balance was used with precision of four decimal places. The parameters evaluated were: 1- food consumption in each development phase, influenced by the amount of prey offered; 2- Duration of each development phase; 3- biological cycle; and 4- adults weight after 24 hours of emergency. The Wilcoxon and Kruskal-Wallis non-parametric test was used at 5% probability. For elementary analysis of the diets, the nitrogen, carbon and carbon: nitrogen contents of the two prey were evaluated. The results obtained showed that in relation to the consumption, it is possible to observe significant differences in the first and third larval instars, as well as in the adult phase, indicating that in those phases there was greater consumption of larvae of *D. melanogaster* in comparison to nymphs and adults of *L. erysimi*. The larvae of *D. melanogaster* when offered to *C. maculata* were adequate for their development and did not have significant differences for post-embryonic development and in the biological cycle, compared to the natural prey *L. erysimi*. Adults fed the alternative prey were heavier compared to adults originating from aphid-fed larvae. The elemental analysis of the prey offered revealed that the nitrogen content in the two is very close, not statistically different, but the carbon content and, consequently, the carbon: nitrogen ratio are significantly different, observing higher values in the larvae of *D. melanogaster*. It can be concluded that the larvae of *D. melanogaster* present great potential to be used as an alternative prey in *C. maculata* rearings, since it has been well accepted by the predator and its nutritional characteristics are adequate for its development.

Key words: Coccinellidae, *Drosophila melanogaster*, *Lipaphis erysimi*, predation capacity, nutrition.

1 INTRODUÇÃO

Coleomegilla maculata DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador generalista, nativo da América do Norte. Entre suas presas, podemos citar pulgões, ovos e larvas neonatas de Lepidoptera e Coleoptera, ácaros e outros artrópodes de corpo mole, e ainda pode consumir recursos florais para completar seu desenvolvimento (HODEK; EVANS, 2012; ROJAS et al., 2016). Essa espécie possui potencial para uso em programas de Manejo Integrado de Pragas, pelo seu hábito alimentar polífago, sendo capaz de controlar uma grande variedade de insetos que podem alcançar status de praga em agroecossistemas (SILVA et al., 2010).

Entretanto, a criação de *C. maculata* e de outros Coccinellidae é dependente de recursos alimentares de fácil obtenção e que sejam capazes de garantir seu desenvolvimento e reprodução por diversas gerações (HODEK, 1973; SILVA et al., 2010). A quantidade e qualidade do alimento fornecido são determinantes para o sucesso da criação de inimigos naturais (SILVA et al., 2010).

Santa-Cecília et al. (2001) observaram que *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) tem seu consumo aumentado em função da disponibilidade de presa ofertada, *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), com exceção do segundo instar. Costa et al. (2017) concluíram que fêmeas de *Stethorus tridens* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) consumiram mais ninfas e adultos de *Tetranychus bastosi* Tuttle (Acari: Tetranychidae) à medida que a densidade de presas foi aumentando, em condições de laboratório. Silva (2014) avaliando o consumo de *Eriopsis connexa* Germar (Coleoptera: Coccinellidae) e *C. maculata* alimentadas com duas presas alternativas, *D. melanogaster* e *E. kuehniella* pode observar que houve um maior consumo de presas, quando as mesmas tinham suas quantidades aumentadas.

O conhecimento da qualidade do alimento ofertado é extremamente importante, pois assim, podemos garantir que o mesmo possui todos os nutrientes necessários para o bom desenvolvimento do inimigo natural e que garantirá sua reprodução por gerações. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Artemia franciscana* Kellogg (Anostraca: Artemiidae) mostraram-se inadequados como fonte alimentar quando ofertados a *C. maculata*, acredita-se que tal fato possa ser devido ao baixo teor de proteína encontrado nessas presas (Riddick et al., 2014a; Riddick et al., 2014b). Lixa (2008) encontrou teores de proteína bruta de 17, 67% e 16, 21% para o pulgão *L. erysimi* e ovos de *E. kuehniella*, ofertados a *C. maculata* e *E. connexa*, concluindo que as duas presas são adequadas à criação dessas duas espécies de predadores em condições de laboratório.

Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da quantidade e qualidade de presa alternativa, *Drosophila melanogaster* no consumo alimentar e nos parâmetros biológicos de *Coleomegilla maculata*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção de Joaninhas para Testes das Presas

Duas colônias estoques de adultos de *C. maculata* foram estabelecidas para fornecer ovos para iniciar o experimento. Essas colônias foram formadas a partir dos ovos obtidos da criação matriz dessa espécie do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF), Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no *campus* Seropédica, RJ. Essas criações foram mantidas em sala com condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas).

Os adultos da criação matriz eram criados em potes plásticos transparentes de 1L e vedados com tampa telada de organza. Quando havia a oviposição, os ovos eram mantidos nos potes e os adultos retirados para evitar o canibalismo dos ovos. Esses ovos foram diariamente observados até a eclosão das larvas. Adultos da criação matriz de *C. maculata* eram alimentados *ad libitum* com larvas vivas de *D. melanogaster*, uma dieta de mel e levedo de cerveja (1:1), como fonte de carboidrato complementar a dieta e água fornecida em algodão embebido colocado em tampa de garrafa PET, e as larvas de *C. maculata* com apenas larvas vivas de *D. melanogaster*.

Para evitar o condicionamento pré-imaginal, numa colônia estoque, as larvas de *C. maculata* foram alimentados apenas com larvas vivas de *D. melanogaster* e para a outra colônia fornecido ninfas e adultos de *L. erysimi*. As larvas das joaninhas após 24h a sua eclosão, foram individualizadas em frascos de vidros de 20 ml tampados com algodão hidrófilo. As larvas foram alimentadas diariamente *ad libitum* com a presa correspondente à colônia estoque. Foram separadas 200 larvas eclodidas dos ovos das matrizes para cada presa para obtenção dos adultos (primeira geração - G1).

Os adultos G1, após fixação do padrão de coloração característico da espécie, foram reunidos em grupos de seis indivíduos por pote de criação (iguais aos usados para a colônia matriz) e sem considerar a proporcionalidade entre machos e fêmeas, devido à dificuldade de discriminação visual dos sexos (GORDON, 1978). Os adultos foram observados diariamente, e na ausência de cópula, foram realizadas trocas de forma aleatória dos indivíduos alimentados com a mesma presa entre os potes até garantir a presença de, no mínimo, um casal em cada grupo. Os adultos G1 foram alimentados *ad libitum* com a mesma presa fornecida às larvas que lhe deram origem e trocadas diariamente. Água foi fornecida em algodão hidrófilo umedecido com água filtrada dentro de tampas de garrafas PET.

2.2 Obtenção das Presas

As larvas de *D. melanogaster* foram obtidas da criação mantida no CIMP em sala com condições ambientais controladas (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h), sendo alimentadas *ad libitum* com dieta artificial à base de banana (cv. Nanica) (600g de banana descascada), aveia (28g), mel (54g), fermento em pó seco instantâneo (13g), água (120 mL) e violeta de genciana (4 gotas) como agente antisséptico. A dieta era ofertada em copos plásticos de 200 ml aos adultos de *D. melanogaster* condicionados em gaiolas de polietileno de 30 x 30 x 30 cm e com malha fina de 1 mm² para oviposição e posterior desenvolvimento de suas larvas em meio à dieta, seguindo a metodologia de Silva (2014). As gaiolas eram trocadas a cada 30 dias para evitar acúmulo de resíduos e indivíduos mortos no fundo das mesmas.

Ninfas e adultos de *L. erysimi* foram obtidos de folhas de plantas de couve infestadas naturalmente por colônias dessa espécie e cultivadas na área experimental do DEnF. Indivíduos foram coletados e acondicionados em frasco de vidro com álcool 70% e enviados para o taxonomista do DEnF/UFRRJ, Prof. Aurino Florencio de Lima para identificação conclusiva da espécie. As plantas de couve foram cultivadas em canteiros (2 m de comprimento por 0,8 m de largura), utilizando espaçamento de 0,3 m entre linhas e 0,3m entre plantas, sob telado e manejo orgânico, mas sem qualquer tratamento fitossanitário.

2.3 Consumo de *C. maculata* em Função da Quantidade de Presas Ofertadas

Para avaliar o consumo alimentar de *C. maculata* em função da quantidade de presas (larvas de *D. melanogaster* e ninfas e adultos de *L. erysimi*) ofertadas às larvas e adultos durante seu desenvolvimento, foram fornecidas diferentes quantidades de presas em cada instar larval (1º, 2º, 3º e 4º) e adultos destas joaninhas em delineamento inteiramente casualizado. As larvas e adultos foram individualizados em tubos de vidro de 20 ml tampados com algodão hidrófilo. As presas eram ofertadas diariamente. Constituíram em duas dietas e cada dieta com cinco quantidades diferentes avaliadas em cada instar larval e fase adulta, com cinco repetições para cada densidade, totalizando 50 indivíduos avaliados, constituindo-se em um fatorial 2x5. As larvas e adultos foram alimentadas diariamente durante o seu desenvolvimento com as presas, conforme a quantidade estabelecida para cada tratamento, e à medida que trocaram de instar, a densidade de seu alimento foi aumentando. Anteriormente ao fornecimento de presas aos coccinelídeos, eram retiradas as sobras da dieta do dia anterior, a fim de se medir o consumo diário e assim o consumo total em cada fase de desenvolvimento em cada densidade.

As quantidades de presas ofertadas as joaninhas, correspondente à dieta com *D. melanogaster* (larvas) estão apresentadas na Tabela 1. As quantidades de ninfas e adultos de pulgão ofertados às joaninhas foram equivalentes ao peso médio das larvas de *D. melanogaster* nas diferentes quantidades estabelecidas (Tabela 1).

Tabela 1. Número de larvas de *Drosophila melanogaster* ofertadas a *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Quantidade de larvas ofertadas	Fases de desenvolvimento (número de larvas de <i>D. melanogaster</i> ofertadas / peso médio)			
	1º e 2º instares	3º instar	4º instar	Adultos
1ª quantidade	8 (7,15 mg)	12 (11,29 mg)	16 (15,86 mg)	20 (20,17 mg)
2ª quantidade	10 (9,12 mg)	14 (14,07 mg)	18 (18,28 mg)	22 (21,99 mg)
3ª quantidade	12 (11,29 mg)	16 (15,86 mg)	20 (20,17 mg)	24 (24,25 mg)
4ª quantidade	14 (14,07 mg)	18 (18,28 mg)	22 (21,99 mg)	26 (26,37 mg)
5ª quantidade	16 (15,86 mg)	20 (20,17 mg)	24 (24,25 mg)	28 (28,37 mg)

As quantidades de larvas de *D. melanogaster* ofertadas à *C. maculata* foram utilizadas com base em estudo anterior realizado por (SILVA, 2014) para avaliar a resposta funcional também para *C. maculata* e para outra espécie de joaninha, *E. Connexa*.

O desenvolvimento de *C. maculata* foi acompanhado diariamente com o objetivo de avaliar a duração de cada fase em função da quantidade de presas consumidas, até a emergência dos adultos. Após a abtenção da coloração característica da espécie, os adultos foram pesados em balança analítica após 24h da sua emergência (ficaram em jejum neste período) e após a pesagem foi iniciada a oferta de alimento para se avaliar o consumo na fase

adulta da joaninha. Porém, só foi possível ser observada nos primeiros cinco dias da fase adulta. O período curto foi devido a problemas na criação de pulgões, impossibilitando a continuação da mesma e assim impedindo um maior tempo de observação do consumo alimentar dos adultos.

2.4 Análise Elementar dos Teores de Nitrogênio e Carbono das Presas Ofertadas

Foram separados 6 lotes (3 repetições de cada dieta) de 50 mg do peso seco de cada presa, alternativa e natural, para a realização das análises referentes aos teores de nitrogênio e carbono. As amostras foram secas em estufa a 60°C até estabilizarem seu peso seco. Após foram moídas e colocadas em um dessecador até o momento da pesagem em balança analítica. Feita a pesagem, as mesmas foram armazenadas em cápsulas de estanho para posterior determinação do teor de nitrogênio e carbono no analisador elementar do “Laboratório John Day” da Embrapa Agrobiologia.

Multiplicaram-se-se as porcentagens obtidas de nitrogênio pelo coeficiente de 6,25, fator que provém do teor médio de 16% de nitrogênio encontrado nas proteínas (SILVA et al., 2006; GALVANI; GAERTNER, 2006), para determinar os valores de proteína bruta contido nas presas.

2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados para saber se atenderiam ou não aos pressupostos de normalidade e homogeneidade da variância dos erros. Como não atenderam, foram avaliados pelos testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Os dados referentes às análises dos teores de nitrogênio e carbono foram submetidos à análise de variância por atenderem os pressupostos de normalidade e homogeneidade da variância dos erros (Shapiro-Wilk e Bartlett a 5%, respectivamente) e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. Essas análises foram realizadas com auxílio do programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS

Quando observamos o consumo da presa alternativa por *C. maculata* (Tabela 2), podemos notar diferenças significativas entre o consumo na primeira e na quinta quantidade da presa ofertada no primeiro, segundo e terceiro instar larval, onde a maior quantidade de presa disponível favoreceu a um consumo maior nesses instares. Entretanto, as outras três quantidades intermediárias não diferiram significativamente das demais. No quarto instar não houve diferença significativa entre as diferentes quantidades de larvas de *D. melanogaster* fornecidas. Na fase adulta, o consumo de presa alternativa foi menor na primeira quantidade fornecida sendo significativamente menor em relação a maior quantidade.

Tabela 2. Consumo médio de fases de desenvolvimento (larvas e adultos) de *Coleomegilla maculata* em função da quantidade de presas ofertadas, presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h).

Fases de desenvolvimento	Quantidade	Consumo (mg)	
		Alternativa	Natural
1° instar	1	14,46 ± 1,20 a B*	11,8±1,90 a A
	2	19,98 ± 1,05 a AB	13,22±1,10 b A
	3	19,92±2,26 a AB	16,44±2,43 a A
	4	16,22±0,33 a AB	9,02±0,65 b A
	5	22,88±0,21 a A	15,16±2,74 a A
Média		18,69	13,13
2° instar	1	11,14±1,79 a B	4,66±1,33 b B
	2	12,72±0,96 a B	10,42±2,09 a AB
	3	18,78±2,23 a AB	11,50±1,59 b AB
	4	19,74±0,51 a AB	12,70±1,78 b AB
	5	27,32±3,50 a A	16,44±1,38 a A
Média		17,94	17,02
3° instar	1	21,82±3,53 a B	22,20±2,19 a A
	2	30,38±4,99 a AB	17,98±0,93 a A
	3	29,04±2,95 a AB	19,88±4,12 a A
	4	35,04±1,06 a AB	18,50±3,10 b A
	5	43,92±1,42 a A	22,32±3,38 b A
Média		32,04	20,18
4° instar	1	46,51±3,45 a A	26,18±3,03 b A
	2	48,98±7,18 a A	31,40±2,46 a A
	3	61,66±4,22 a A	31,08±3,02 b A
	4	66,44±6,12 a A	31,24±1,09 b A
	5	60,20±1,66 a A	37,16±4,03 b A
Média		56,76	37,97
Adulto	1	74,34±1,78 a C	51,44±4,35 b A
	2	79,20±1,89 a BC	52,18±1,52 b A
	3	85,58±1,83 a ABC	55,05±0,22 b A
	4	92,94±2,42 a AB	58,44±3,27 b A
	5	95,92±1,36 a A	46,12±10,13 b A
Média		85,60	52,64

* Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, respectivamente.

O consumo de ninfas e adultos de *L. erysimi* não apresentou diferenças significativas nos diferentes estádios larvais e na fase adulta, exceto no segundo instar. Podemos observar que no segundo instar ocorreu um menor consumo de afídeos na primeira quantidade quando comparamos com a maior quantidade da presa natural ofertada, contudo as outras três quantidades de presa não apresentaram diferença significativa em relação às diferentes quantidades de pulgões fornecidos.

Quando comparamos o consumo de *C. maculata* entre as presas ofertadas (alternativa e natural) podemos observar que ocorreram algumas diferenças significativas em todos os estádios da fase larval em função da quantidade de presa disponível, tendo maior consumo da presa alternativa em comparação a presa natural. Na fase adulta o maior consumo de larvas vivas de *D. melanogaster* por *C. maculata* se manteve presente ocasionando diferença significativa em relação a *L. erysimi* em todas as quantidades ofertadas.

Ao observar a duração das fases imatura e adulta e do ciclo biológico em função da quantidade de presa ofertada (Tabela 3), podemos notar que não houve diferença significativa quando a presa alternativa era fornecida nas diferentes quantidades, bem como para a presa natural. Entretanto, no primeiro instar larval de *C. maculata* alimentada com *L. erysimi* observamos diferença significativa entre a primeira e a quarta quantidade de pulgões ofertados, tendo a quarta quantidade menor tempo de desenvolvimento para este estágio larval.

Tabela 3. Duração (em dias) (média \pm erro padrão) das fases imaturas e adulta e do ciclo biológico de *Coleomegilla maculata* alimentada com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h) “continua”.

Fases de desenvolvimento (dias)	Quantidade	Presa	
		Alternativa	Natural
1º instar	1	3,0 \pm 0,00 a A*	3,4 \pm 0,24 a A
	2	2,6 \pm 0,25 a A	2,6 \pm 0,24 a AB
	3	2,4 \pm 0,24 a A	2,2 \pm 0,20 a AB
	4	2,0 \pm 0,00 a A	2,0 \pm 0,00 a B
	5	2,0 \pm 0,00 a A	2,4 \pm 0,24 a AB
Média		2,0	2,4
2º instar	1	2,2 \pm 0,20 a A	1,4 \pm 0,24 a A
	2	2,0 \pm 0,00 a A	2,6 \pm 0,60 a A
	3	2,2 \pm 0,20 a A	2,5 \pm 0,25 a A
	4	2,0 \pm 0,00 a A	2,5 \pm 0,29 a A
	5	2,6 \pm 0,24 a A	2,4 \pm 0,24 a A
Média		2,2	2,3
3º instar	1	2,6 \pm 0,24 a A	2,4 \pm 0,24 a A
	2	2,8 \pm 0,37 a A	2,7 \pm 0,25 a A
	3	2,6 \pm 0,24 a A	3,0 \pm 0,41 a A
	4	3,0 \pm 0,00 a A	2,2 \pm 0,25 a A
	5	2,4 \pm 0,24 a A	2,6 \pm 0,40 a A
Média		2,68	2,6
4º instar	1	3,6 \pm 0,24 a A	3,8 \pm 0,20 a A
	2	3,4 \pm 0,40 a A	3,7 \pm 0,25 a A
	3	3,6 \pm 0,24 a A	3,5 \pm 0,29 a A
	4	3,6 \pm 0,00 a A	3,5 \pm 0,29 a A
	5	3,0 \pm 0,00 a A	4,0 \pm 0,63 a A
Média		3,44	3,7
Pré-pupa	1	0,6 \pm 0,24 a A	0,6 \pm 0,24 a A
	2	0,6 \pm 0,24 a A	0,4 \pm 0,29 a A
	3	0,8 \pm 0,20 a A	0,8 \pm 0,00 a A
	4	0,6 \pm 0,24 a A	0,6 \pm 0,00 a A
	5	0,6 \pm 0,24 a A	0,6 \pm 0,25 a A
Média		0,6	0,6

* Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 3. Continuação.

Pupa	1	3,6±0,24 a A	4,0±0,00 a A
	2	3,6±0,24 a A	3,5±0,29 a A
	3	3,4±0,24 a A	3,5±0,29 a A
	4	3,6±0,24 a A	3,6±0,50 a A
	5	4,0±0,00 a A	3,5±0,29 a A
Média		3,6	3,6
Adulto	1	5,0±0,00 a A	5,0±0,00 a A
	2	5,0±0,00 a A	5,0±0,00 a A
	3	5,0±0,00 a A	5,0±0,00 a A
	4	5,0±0,00 a A	5,0±0,00 a A
	5	5,0±0,00 a A	4,2±0,75 a A
Média		5,00	4,85
Ciclo biológico	1	18,6±0,24 a A	18,6±0,24 a A
	2	18,0±0,32 a A	18,0±0,58 a A
	3	18,0±0,032 a A	18,5±0,29 a A
	4	17,8±0,20 a A	19,0±0,82 a A
	5	17,6±0,24 a A	18,0±0,75 a A
Média		18,0	18,4

* Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, respectivamente.

O peso dos adultos não apresentou diferença significativa em detrimento ao aumento da quantidade de presa ofertada, tanto para a presa alternativa, quanto para a natural. Porém, quando comparamos o peso dos adultos entre as presas ofertadas, podemos observar que indivíduos alimentados com larvas vivas de *D. melanogaster* foram significativamente mais pesados do que os indivíduos alimentados com ninfas e adultos de *L. erysimi* (Tabela 4).

Tabela 4. Peso dos adultos (média ± erro padrão) de *Coleomegilla maculata*, em mg, alimentados com presa alternativa (*Drosophila melanogaster*) e presa natural (*Lipaphis erysimi*) em condições de laboratório (25 ± 1 °C, 60 ± 10% UR e fotoperíodo de 12 h), após 24h da emergência.

Quantidade	Presa	
	Alternativa	Natural
1	16,10 ± 0,69 a A*	11,32 ± 1,21 b A
2	15,04 ± 0,92 a A	11,35 ± 0,83 b A
3	16,22 ± 1,15 a A	11,32 ± 0,63 b A
4	17,66 ± 1,13 a A	11,73 ± 1,53 b A
5	15,24 ± 1,60 a A	8,65 ± 1,00 b A
Média	16,06 a	10,88 b

*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, respectivamente.

A análise referente aos teores de nitrogênio contido nas presas ofertadas a *C. maculata* para avaliar a qualidade das mesmas (Tabela 5), revelou que a porcentagem desse elemento nas presas não tem diferença significativa.

Os valores de nitrogênio indicam que tais presas apresentam alto teor de proteína com, 47,44% e 45,87% para *D. melanogaster* e *L. erysimi*, respectivamente. O teor de carbono e a relação carbono: nitrogênio entre as presas apresentou diferença significativa, sendo

encontrados os maiores valores nas larvas de *D. melanogaster* em comparação com ninfas e adultos de *L. erysimi*.

Tabela 5. Porcentagens de nitrogênio (N), carbono (C) e relação carbono/nitrogênio (C:N) contidos nas presas ofertadas à larvas e adultos de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae).

Presa	% N	%C	C:N
<i>Drosophila melanogaster</i>	7,59±0,13 a*	53,14±1,18 a	6,99±0,03 a
<i>Lipaphis erysimi</i>	7,34±0,23 a	44,26±1,06 b	6,03±0,07 b

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

Em relação ao consumo durante as fases de desenvolvimento do predador *C. maculata*, pode-se observar que em algumas quantidades ofertadas nos diferentes instares larvais ocorreu um maior consumo de larvas vivas de *D. melanogaster*, em comparação ao consumo de ninfas e adultos de *L. erysimi*. Já na fase adulta observamos que o consumo da presa alternativa foi significativamente maior em todas as quantidades ofertadas em relação à presa natural. Podemos inferir que as larvas dessa mosca são bem aceitas pelo predador, apresentando boa palatabilidade, e são capazes de garantir um bom desenvolvimento dos mesmos. Em trabalho ofertando a mesma espécie de mosca, Silva (2014) também observou um maior consumo das larvas de *D. melanogaster* por *C. maculata* e *E. connexa* em comparação a ovos inviabilizados de *E. kuehniella*, ofertados nas mesmas quantidades.

O maior consumo de larvas vivas de *D. melanogaster* pode ter se dado pelo maior conteúdo de água contido em seus corpos, uma vez que esses resultados não podem ser explicados pelo conteúdo de N ou proteína bruta, visto que ambos foram similares entre as duas presas. O teor de água contido na dieta ofertada ao predador tem grande importância na quantidade de alimento consumido durante um determinado espaço de tempo (LUNDGREN, 2009). Michaud (2005) e Michaud and Grant (2005) recomendam que água suplementar deve ser fornecida com presas ou dietas que não sejam afídeos (por exemplo, pólen e fontes alternativas de proteína animal) às larvas de *C. maculata*, visto que o acesso limitado à água (sem água a cada 3 dias) coloca as larvas numa condição de estresse, reduzindo significativamente a sobrevivência das mesmas até a fase adulta, como observaram para pólen de sorgo e milho, como 32,8% e 25,6% de conteúdo de água inicial, respectivamente. Dietas com pulgões não precisam de suplementação de água devido ao alto conteúdo de água nos corpos desses afídeos (HODEK E HONEK, 1996), aproximadamente 80% de conteúdo de água inicial (SPECTY et al., 2003). No entanto, não foram observados fatores negativos com a dieta monotípica à base de larvas vivas de *D. melanogaster*, caracterizando assim que larvas dessa mosca possuem conteúdo de água superior ou igual aos pulgões. Porém, análise dessa variável bioquímica não foi realizada para as presas avaliadas e futuras investigações a respeito seriam necessárias para testar tal hipótese.

A qualidade do alimento ofertado ao inimigo natural em criações em laboratório influencia diretamente em seus aspectos biológicos, como tempo de desenvolvimento, peso e reprodução (CASTRO-GUEDES et al., 2016). Predadores necessitam de dietas ricas em proteínas para garantirem seu desenvolvimento (GUPTA; KUMAR, 2017), entretanto o valor de qualquer proteína ingerida pelos insetos depende da sua composição e seu conteúdo em aminoácidos, sendo que pelo menos dez aminoácidos (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) são necessários para o desenvolvimento e reprodução dos insetos em geral (PARRA, 2009). Assim, embora análise de aminoácidos das presas avaliadas não tenha sido realizada, é possível que diferenças nos perfis de aminoácidos das proteínas entre as presas possam explicar em parte os resultados obtidos, além do conteúdo de água em seus corpos. Specty et al., (2003) observaram que o desenvolvimento das larvas de *H. axyridis* criadas em presa natural (*A. pisum*) ou em presa alternativa (ovos de *E. kuehniella*) foi muito similar, mas a análise bioquímica revelou que os conteúdos relativos de aminoácidos para as duas presas foram também similares, apesar de uma leve diferença para alguns deles, onde glutamina (13,2%), glicina (10,8%), leucina (10,4%) e alanina (10,3%) representaram os principais aminoácidos em ovos dessa mariposa enquanto que em *A. pisum*, foram glutamina (20,4%), asparagina/ácido aspártico (12,2%) e alanina (10,3%).

As análises realizadas no presente estudo revelaram que o teor de nitrogênio não diferiu para as duas presas ofertadas, mas o teor de carbono e a relação C:N encontrados foi significativamente maior em larvas de *D. melanogaster*. Tais valores encontrados para larvas de dessa mosca foram próximos aos encontrados por Riddick et al., (2014b) para ovos de *E. kuehniella* (7,20±0,27; 7,59±0,13; 53,14±1,18; 6,99±0,03, para nitrogênio, carbono e relação C:N, respectivamente) sugerindo que as larvas desse díptero apresentam, em parte, similaridade nutricional com os ovos dessa mariposa, os quais são considerados uma presa alternativa adequada para o desenvolvimento e reprodução de coccinelídeos, incluindo *C. maculata* (SPECTY et al., 2003; MICHAUD; OLSEN, 2004; MICHAUD; JYOTI, 2008; JALALI et al., 2009; LIMA et al., 2017).

As durações das fases imaturas e ciclo biológico não apresentaram diferenças significativas em função da quantidade e da qualidade do alimento ofertado, não diferindo estatisticamente. D'Ávila et al., (2017) encontraram durações um pouco mais longas para a fase imatura e ciclo biológico quando ofertado à mesma presa alternativa a *C. maculata*, porém a fase de pupa foi próxima à encontrada no presente trabalho. Tal diferença pode ter decorrido de o fornecimento da presa ser *ad libitum* não ocorrendo controle da quantidade ofertada. Silva (2014) ofertando diferentes quantidades de larvas vivas de *D. melanogaster* encontrou durações maiores para a fase de larva e ciclo biológico, 11,4 e 21,45 dias, respectivamente. Tais durações mais prolongadas podem ser explicadas pela quantidade de alimento ofertada, uma vez que Silva (2014) ofertou quantidades menores da mesma presa alternativa utilizada no presente estudo, sendo as condições ambientais as mesmas.

Wiede e Obrycki (2002) avaliando a adequabilidade de ovos de *Galerucella pusilla* Duftschmidt (Coleoptera: Chrysomelidae) para o desenvolvimento de *C. maculata* observaram que ovos desse crisomelídeo prolongou o desenvolvimento larval tendo o primeiro, segundo, terceiro e quarto instar duração média de 4,1; 4,8; 8,0 e 14,3 dias, respectivamente. Além de ter prolongado o desenvolvimento das larvas, a presa ocasionou baixa sobrevivência de *C. maculata* indicando que esta espécie não é nutricionalmente adequada para criação de *C. maculata*, demonstrando a influência da qualidade alimentar no desenvolvimento desse predador.

Quando comparamos o peso dos adultos de *C. maculata*, podemos observar que foi significativamente influenciado pela dieta ofertada, tendo em média 16,06 mg para adultos originários de larvas alimentadas com *D. melanogaster* e 10,88 mg para adultos onde suas larvas foram alimentadas com *L. erysimi*, o que poderia ser esperado, uma vez que o maior consumo se deu em indivíduos alimentados com larvas de *D. melanogaster*. Silva (2014) ao ofertar diferentes quantidades de presas a larvas de *C. maculata*, obteve peso médio dos adultos de 15,80 e 7,14 mg quando ofertadas larvas de *D. melanogaster* e ovos de *E. Kuehniella*, respectivamente, sendo que o peso dos adultos cujas larvas foram alimentadas com larvas de *D. melanogaster*, foi próximo ao observado no presente estudo.

Estudos futuros são necessários para avaliar a influência da quantidade ofertada de larvas vivas de *D. melanogaster* nos parâmetros reprodutivos de *C. maculata*, além de análises mais detalhadas sobre a qualidade da presa ofertada, visando avaliar as características positivas e negativas da criação de *C. maculata* com *D. melanogaster*. Atrelado a tais estudos, se faz necessário a avaliação do custo de criação desse predador na quantidade de presa que ofereça o melhor custo-benefício à criação e ainda estudos com liberações desse predador em cultivos protegidos e em campo para se avaliar a eficiência dessa joaninha no controle de insetos pragas, visando seu uso no controle biológico aumentativo.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados observados com o estudo da influência da quantidade e qualidade de *D. melanogaster* sobre o consumo e parâmetros biológicos de *C. maculata* pode-se concluir que:

- Larvas de *C. maculata* consomem maiores quantidades de larvas de *D. melanogaster*, presa alternativa, em comparação à sua presa natural, *L. erysimi*, nas diferentes quantidades de presas ofertadas.

- O maior consumo de larvas vivas de *D. melanogaster* não influenciou a duração do desenvolvimento das larvas de *C. maculata*;

- Adultos mais pesados foram obtidos de indivíduos alimentados com larvas de *D. melanogaster*

- Os teores de nitrogênio e carbono revelaram que a presa alternativa possui boa qualidade nutricional, com alto valor protéico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO-GUEDES, C. F DE; DE ALMEIDAA, L. M.; PENTEADO, S. DO R. C.; MOURA, M. O. Effect of different diets on biology, reproductive variables and life and fertility tables of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, 260–266, 2016.

COSTA, J. F.; MATOS, C. H.C.; DE OLIVEIRA, C. R.F.; DA SILVA, T. G.F.; LIMA NETO, I. F.A. Functional and numerical responses of *Stethorus tridens* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker&Sales (Acari: Tetranychidae) on physic nut (*Jatropha curcas*). **Biological Control**, v. 111, p. 1-5, 2017.

D'ÁVILA, V.A.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; PEREIRA, R.N.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; MENDONÇA, C. B. F.; MELO, S. J.; SANTOS, T. M. Effect of provision of apiaceous flowers associated to foods on the biology of *Coleomegilla maculata*. **Phytoparasitica**, v. 45, p. 471-484, 2017.

FERREIRA, D.F. Sisvar. **Sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA/DEX. 2003.

GALVANI, F. GAERTNER, ELINEY. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. 2006, 9 p. (Embrapa Pantanal - Circular técnica, 63).

GORDON, R.D. West Indian Coccinellidae II (Coleoptera): some scale predators with key to genera and species. **The Coleopterist Bulletin**, v.32, p.205-218, 1978.

GUPTA, G.; KUMAR, N. R. Growth and development of ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), on plant and animal based protein diets. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 20, p. 959–963, 2017.

HODEK, I; EVANS, E. W. **Food relationships**, Ch 8. pp 141–274. 2012. In: HODEK, I; VAN EMDEN, H. F; HONEK, A. (eds) Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). Blackwell, UK, (2012) 6000 p.

HODEK, I. **Biology of coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260 p.

HODEK, I.; HONEK, A. **The Ecology of Coccinellidae**. Kluwer Academic, 1996. 464p.

JALALI, M. A; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Food consumption and immature growth of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on a natural prey and a factitious food. **European Journal Of Entomology**. 106: 193–198, 2009.

LIMA, M. S.; MELO, J. W. S.; BARROS, R. Alternative food sources for the ladybird *Brumoides foudrasii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). **Brazilian Journal of Biology**. 2017. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.02816>>. Acesso em: 30 mar 2018.

LIXA, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) usando plantas aromáticas como sítio de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico, e aspectos biológicos em**

condições de laboratório. 77f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

LUNDGREN, J. G. **Relationships of Natural Enemies and Non-prey Foods.** Springer International, 2009. 453p.

MICHAUD, J. P. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, v. 102, p. 385-390, 2005.

MICHAUD, J. P.; GRANT, A. K. Suitability of pollen sources for the development and reproduction of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) under simulated drought conditions. **Biological control**, v. 32, p. 363-370, 2005.

MICHAUD, J. P.; JYOTI, J. L. Dietary complementation across life stages in the polyphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, p. 40-45, 2008.

MICHAUD, J. P.; OLSEN, L.E. Suitability of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, as prey for ladybeetles. **BioControl**, v. 49, p. 417-443, 2004.

PARRA, J. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. p. 91 - 174. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. **Bioecologia e nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 1484 p.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M.G. Is *Tetranychus urticae* suitable prey for development and reproduction of naive *Coleomegilla maculata*? **Insect Science**, v. 21, p. 83 - 92, 2014a.

RIDDICK, E. W.; WU, Z.; ROJAS, M. G. Potential utilization of *Artemia franciscana* eggs as food for *Coleomegilla maculata*. **BioControl**, v. 59, p. 575-583, 2014b.

ROJAS, M. G.; RAMOS-MORALES, J.; RIDDICK, E. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) poder to enhance artificial diet formulations for *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, v. 100, p. 70-78. 2016.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. DE C. R.; TÔRRES, R. M. S.; DO NASCIMENTO, F. R. Aspectos biológicos e consumo alimentar de Larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 6, p. 1273-1278, 2001.

SILVA, L. I. D. DA.; CARNEIRO, M. C.; EMÍDIO, V. DOS S.; JUNIOR, S. DE S. H.; MONTEIRO, M. I. C. Determinação das formas de nitrogênio e nitrogênio total em rochas-reservatório de petróleo por destilação com arraste de vapor e método do indofenol. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 46-51. 2006.

SILVA, R. B. DA.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. DE L. C.; TAVARES, W. DE S. Development of *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p. 13-26, 2010.

SILVA, E. DA. **Aspectos biológicos de duas espécies de joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com presas alternativas em laboratório.** 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

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

WIEBE, A. P.; OBRYCKI, J. J. Prey Suitability of *Galerucella pusilla* Eggs for Two Generalist Predators, *Coleomegilla maculata* and *Chrysoperla carnea*. **Biological Control**, v. 23, p. 143-148, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o presente estudo, observamos que larvas de *D. melanogaster* são adequadas para o desenvolvimento das fases imaturas e reprodução de *Coleomegilla maculata* em laboratório em comparação à presa natural, *L. erysimi*. Não houve efeitos deletérios aos predadores, ao contrário, as larvas dessa mosca promoveram adultos mais pesados, com boa fertilidade e baixa mortalidade da joaninha.

Ao realizar o estudo sobre consumo de presas por *C. maculata*, pôde-se observar que há um maior consumo por larvas de *D. melanogaster* em comparação a ninfas e adultos do pulgão *L. erysimi*, mostrando-se que todas as quantidades foram suficientes para o completo desenvolvimento do predador. Estudos futuros podem ser realizados para avaliar o efeito da quantidade de presas na capacidade reprodutiva de *C. maculata*.

A análise nutricional revelou que o teor de proteína bruta entre as duas presas ofertadas é bem próximo e o teor de carbono maior em *D. melanogaster*. As presas podem ser denominadas de “alimento essencial”, pois forneceram todos os recursos alimentares necessários para o desenvolvimento e reprodução do predador *C. maculata*.

Com tudo o que foi exposto no presente trabalho, verificou-se que a *D. melanogaster* se mostra uma presa alternativa viável à criação de *C. maculata* em laboratório, pois é uma fonte nutricional adequada e um recurso de fácil obtenção e baixo custo de manutenção.