

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE
E BIOTECNOLOGIA APLICADA

DISSERTAÇÃO

Aspectos Biológicos de Duas Espécies de Joaninhas
Afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) Alimentadas
com Presas Alternativas em Laboratório

Eduardo da Silva

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE DUAS ESPÉCIES DE JOANINHAS
AFIDÓFAGAS (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) ALIMENTADAS
COM PRESAS ALTERNATIVAS EM LABORATÓRIO**

EDUARDO DA SILVA

Sob Orientação da Professora
Dr^a. Elen de Lima Aguiar Menezes

e Co-orientação do Professor
Dr. Maurício Ballesteiro Pereira

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 **Entomologia Aplicada**.

Seropédica, RJ
Dezembro, 2014

595.76

S586a

T

Silva, Eduardo da, 1981-
Aspectos biológicos de duas
espécies de joaninhas afidófagas
(Coleóptera: Coccinellidae)
alimentadas com presas alternativas em
laboratório / Eduardo da Silva - 2014.
94 f.: il.

Orientador: Elen de Lima Aguiar
Menezes.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Fitossanidade e Biotecnologia
Aplicada.

Inclui bibliografias.

1. Joaninha (Inseto) - Controle -
Teses. 2. Inseto - Controle biológico
- Teses. 3. Inseto - Alimentos -
Teses. 4. Inseto - Desenvolvimento -
Teses. 5. Inseto - Comportamento -
Teses. I. Menezes, Elen de Lima
Aguiar, 1967-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso
de Pós-Graduação em Fitossanidade e
Biotecnologia Aplicada. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE DUAS ESPÉCIES DE JOANINHAS AFIDÓFAGAS
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) ALIMENTADAS COM PRESAS
ALTERNATIVAS EM LABORATÓRIO**

EDUARDO DA SILVA

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 **Entomologia Aplicada**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/12/2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Elen de Lima Aguiar Menezes. Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)

Prof^a. Shaiene Costa Moreno. Dr^a. IFRJ – *Campus* Nilo Peçanha

Prof. André Luis Santos Resende. Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Selma e Helio, por acreditar que tudo seria possível acontecer em minha vida graças ao meu esforço e a minha amada irmã Kelly por me apoiar nos momentos mais difíceis desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por conduzir e iluminar o meu caminho com muitas bênçãos, alegrias e sabedoria para tomar as decisões corretas.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), que me acolheu desde graduação até a minha pós-graduação no curso de Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada (PPGFBA) ao nível de mestrado.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) pela concessão da bolsa de estudo do Programa Demanda Social.

A minha orientadora Dr^a Elen de Lima Aguiar Menezes (UFRRJ/IB/DEnF/CIMP), pela orientação, mas principalmente pelo grande laço de amizade e cumplicidade que nos uniu ao longo deste anos juntos vividos, onde pude compartilhar dos seus ensinamentos, atenção e ajuda no decorrer do meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Maurício Ballesteiro Pereira (UFRRJ/IB/DGen), pela co-orientação, pela ajuda nas inúmeras análises estatísticas que fizemos juntos e também pelas nossas conversas que me tornaram uma pessoa melhor.

Aos queridos estagiários do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), Jean Luiz Andrade Magalhães e Eliane Aquino pela imensa ajuda e dedicação diária comigo durante o período experimental, e sem a ajuda deles não teria obtido êxito na conclusão do meu trabalho.

Aos demais amigos e estagiários do (CIMP) que contribuíram de alguma forma no meu trabalho, como; Junior, Tamires, Gabriela, Mariana, Flavia e Leilson.

Ao secretário do PPGFBA, Roberto Tadeu Souza de Oliveira, pela ajuda e disponibilidade de sempre comigo.

À técnica de laboratório do CIMP, Carol Ferreira pela ajuda na fase dos experimentos e pela grande amizade que construímos.

À assistente de laboratório do CIMP, Adriana pela dedicação conosco e também pelo seu cafezinho sempre a nossa disposição.

Aos meus amigos e professores Eurípedes Barsanulfo Menezes, Vinícius Siqueira Gazal e Silva e Ana Lúcia pela contribuição nos ensinamentos em sala de aula e também pela nossa amizade.

Ao meu Pai Helio, pelo seu amor incondicional, a minha mãe Selma, pela preocupação e carinho, ao meu irmão Bruno, pelo apoio e respeito, minha irmã Kelly, pela companhia e dedicação incondicional, a minha querida tia-avó Lurdes (*in memoriam*) pelo seu grande amor, ao meu cunhado Fernando pela força e atenção, a minha cunhada Gabriela pela confiança e prestígio, a minha linda e pequenina sobrinha Julia, razão da minha vida, e ao meu cãozinho Nemo, que também, mais do que nunca, faz parte da minha família, me aturando nos meus momentos mais difíceis durante nossa convivência diária. Enfim, a todos os meus parentes que torceram pelo meu sucesso.

A todos os meus amigos de infância, amigos da graduação, amigos da pós-graduação, mesmo de longe ou perto com certeza fizeram parte da minha vida e caso tenha se esquecido de citar algum nome deles, o que eu posso dizer é que todos são muitos especiais em minha vida.

O meu sincero muito obrigado por tudo!

RESUMO GERAL

SILVA, Eduardo da. **Aspectos biológicos de duas espécies de joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com presas alternativas em laboratório.** 2014. 94p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

O controle biológico de insetos pragas vem assumindo papel cada vez mais importante na agricultura, devido à necessidade de redução no uso de agrotóxicos, visando não só a melhoria da qualidade dos alimentos e a redução nos custos de produção, mas também a preservação do meio ambiente. A criação massal e a liberação em campo de determinados inimigos naturais é uma técnica que vem sendo incrementada mundialmente. O conhecimento sobre biologia, comportamento e técnicas de criação pode melhorar significativamente o potencial desses predadores, mas a obtenção de dietas naturais adequadas representa um dos problemas para a criação das joaninhas afidófagas. Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo geral estudar a biologia e resposta funcional dos Coccinellidae, sendo esses temas abordados nos Capítulos I e II, respectivamente. No capítulo I, os estudos foram conduzidos com o seguinte objetivo: avaliar larvas vivas da mosca *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa para criação de *Coleomegilla maculata* DeGeer e *Eriopis connexa* (Germar), avaliando o efeito dessa dieta em comparação com ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre características biológicas dessas joaninhas. Os experimentos foram conduzidos com adultos da geração 1, os quais foram mantidos em sala climatizada (25 ± 1 °C, 70 ± 10 % UR e fotofase de 12 horas). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos para cada espécie de joaninha e 40 repetições em cada fase de desenvolvimento. Os tratamentos consistiram em três tipos de dieta alternativas à base de larvas de *D. melanogaster*, ovos de *A. kuehniella* e também com a mistura de ambas as dietas citadas anteriormente. Foram avaliados diferentes parâmetros biológicos das 1ª e 2ª gerações de ambas as espécies de joaninhas referente ao período de pré-oviposição, fase de ovo, fase de larva, pré-pupa, pupa, ciclo biológico e fase adulta. Não houve diferenças significativas nos parâmetros biológicos de *E. connexa* das gerações 1 e 2, no que diz respeito às respectivas dietas fornecidas. O mesmo pode ser observado para *C. maculata* em ambas as gerações. No Capítulo II, os estudos foram conduzidos com o seguinte objetivo: determinar a resposta funcional de *C. maculata* e *E. connexa* alimentadas com duas presas alternativas: larvas da mosca *D. melanogaster* e ovos de *A. kuehniella*, visando avaliar sua capacidade predatória e dar subsídio a otimização da criação massal. Para determinar o efeito de diferentes densidades de presas oferecidas no consumo alimentar da fase larval e o adulto de *E. connexa* e *C. maculata*, foram realizados cinco experimentos correspondentes aos instares larvais e adultos destas joaninhas em delineamento inteiramente casualizado. De forma geral as duas fontes de alimento testadas neste trabalho não interferiram na resposta funcional de *E. connexa* e *C. maculata* de modo a trazer prejuízos na criação. Os ovos de *A. kuehniella* apresentaram problemas de conservação durante a sua utilização, provavelmente os altos índices de mortalidade *C. maculata* entre os tratamentos tenha se dado por toxicidade na ingestão destes ovos. No entanto, larvas de *D. melanogaster* demonstraram ser uma fonte alternativa de alimento.

Palavras-chave: Controle biológico, dietas alternativas, criação massal, resposta funcional.

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Eduardo da. **Biological aspects of two species of ladybugs afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) fed on alternative preys in the laboratory.** 2014. 94p. Dissertation (Master Science in Phytosanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

The biological control of insect pests has assumed increasingly important role in agriculture, due to the need to reduce the use of pesticides, aimed not only at improving the quality of food and the reduction in production costs, but also the preservation of the environment . The mass rearing and release in the field of certain natural enemies is a technique that has been increased worldwide. Knowledge of biology, behavior and breeding techniques can significantly improve the potential of these predators, but that adequate natural diet is one of the problems for the creation of ladybugs afidófagas. In this context, the present study was the overall objective to study the biology and functional response of Coccinellidae, and these issues addressed in Chapters I and II, respectively. In Chapter I, the studies were conducted for the following purposes: to evaluate living larvae of *Drosophila melanogaster* Meigen fly (Diptera: Drosophilidae) as prey alternative to creating *Coleomegilla maculata* DeGeer and *Eriopis connexa* (Germar), evaluating the effect of this diet compared to unfeasible eggs and frozen *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) on biological characteristics of ladybugs. The experiments were conducted with adults from generation 1, which were maintained in a room ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 12 hours photophase). It was adopted a completely randomized design with three treatments for each species of ladybug and 40 repetitions in each development phase. The treatments consisted of three kinds of alternatives based diet *D. melanogaster* larvae, *A. kuehniella* eggs and also the mixture of both diets mentioned above. We evaluated different biological parameters of the 1st and 2nd generations of both species of ladybugs referring to the pre-oviposition period, egg stage, larval stages, pre-pupa and pupa, biological cycle and adulthood. No significant difference in biological parameters of *E. connexa* of generations 1 and 2, with respect to the respective diets provided. The same can be observed for *C. maculata* in both generations. In Chapter II, the studies were conducted for the following purposes: to determine the functional response of *C. maculata* and *E. connexa* fed with two alternative preys: *D. melanogaster* fly larvae and eggs of *A. kuehniella*, to evaluate their predatory capacity to grant the optimization of mass rearing. To determine the effect of different prey densities offered in the food consumption of the larvae and the adult *E. connexa* and *C. maculata* were conducted five experiments corresponding to the larval instars and adults of these ladybugs in experimental design. In general the two food sources tested in this work did not affect the functional response of *E. connexa* and *C. maculata* so to harm the creation. The eggs of *A. kuehniella* had conservation problems during use; probably the high rates of mortality *C. maculata* between treatments have been given toxicity in intake of these eggs. However, *D. melanogaster* larvae proved to be an alternative food source.

Key words: Biological control, alternative diets, mass rearing, functional response.

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Parâmetros biológicos dos ovos de *Eriopis connexa* da geração 1 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....21

Tabela 2. Parâmetros biológicos dos ovos de *Eriopis connexa* da geração 2 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....22

Tabela 3. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 1 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 2 de *Eriopis connexa* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....24

Tabela 4. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 2 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 3 de *Eriopis connexa* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....26

Tabela 5. Parâmetros biológicos dos ovos de *Coleomegilla maculata* da geração 1 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....28

Tabela 6. Parâmetros biológicos dos ovos de *Coleomegilla maculata* da geração 2 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....29

Tabela 7. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 1 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 2 de *Coleomegilla maculata* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....31

Tabela 8. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 2 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 3 de *Coleomegilla maculata* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....33

CAPÍTULO II

Tabela 1. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico *Eriopis connexa* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....55

Tabela 2. Consumo médio das fases de desenvolvimento e pesagem final <i>Eriopis connexa</i> em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	58
Tabela 3. Taxa de sobrevivência e mortalidade de <i>Eriopis connexa</i> alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	63
Tabela 4. Influência das dietas na taxa de mortalidade e sobrevivência de <i>Eriopis connexa</i> no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	63
Tabela 5. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico <i>Coleomegilla maculata</i> em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	65
Tabela 6. Consumo médio das fases de desenvolvimento e pesagem final <i>Coleomegilla maculata</i> em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	67
Tabela 7. Taxa de sobrevivência e mortalidade de <i>Coleomegilla maculata</i> alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	74
Tabela 8. Influência das dietas na taxa de mortalidade e sobrevivência de <i>Coleomegilla maculata</i> no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	74
Tabela 9. Duração média (em dias) de sobrevivência <i>Coleomegilla maculata</i> em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....	75

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Modelos de resposta funcional de insetos predadores sugeridos por Holling (1959).....50
- Figura 2.** Resposta funcional do 1º ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....60
- Figura 3.** Resposta funcional do 2º ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....61
- Figura 4.** Resposta funcional do 3º ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....61
- Figura 5.** Resposta funcional do 4º ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....62
- Figura 6.** Resposta funcional do adulto de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....62
- Figura 7.** Resposta funcional do 1º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....71
- Figura 8.** Resposta funcional do 2º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....72
- Figura 9.** Resposta funcional do 3º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....72
- Figura 10.** Resposta funcional do 4º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....73
- Figura 11.** Resposta funcional do adulto de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).....73

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
CAPÍTULO I	8
ADEQUABILIDADE DE PRESAS ALTERNATIVAS PARA DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE DUAS JOANINHAS AFIDÓFAGAS (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM LABORATÓRIO.....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Características Biológicas dos Coccinelídeos.....	13
2.1.2 Características morfológicas dos coccinelídeos.....	14
2.1.3 Características comportamentais dos coccinelídeos.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Obtenção das Espécies de Joaninhas Afidófagas.....	17
3.2 Obtenção de Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	17
3.3 Obtenção de Larvas de <i>Drosophila melanogaster</i>	17
3.4 Determinação das Características Biológicas das Gerações 1 e 2 das Joaninhas.....	17
3.4.1 Obtenção dos adultos das gerações 1 e 2 das joaninhas em laboratório.....	17
3.4.2 Descrição do experimento de laboratório com a geração 1	18
3.4.2.1 Determinação dos caracteres biológicos da geração 1	19
3.4.2.1.1 Período de pré-oviposição.....	19
3.4.2.1.2 Fase de ovo.....	19
3.4.2.1.3 Fases de larva, pré-pupa e pupa.....	19
3.4.2.1.4 Fase adulta.....	19
3.4.3 Descrição do experimento de laboratório com a geração 2.....	20
3.5 Análise Estatística.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Caracteres Biológicos das Gerações 1 e 2 de <i>Eriopis connexa</i>	21
4.2 Caracteres Biológicos das Gerações 1 e 2 de <i>Coleomegilla maculata</i>	28
5 CONCLUSÕES.....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
CAPÍTULO II	43
BIOLOGIA E RESPOSTA FUNCIONAL DE JOANINHAS AFIDÓFAGAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES DENSIDADES DE PRESAS ALTERNATIVAS EM LABORATÓRIO.....	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	48
2.1 Características Gerais sobre Capacidade Predatória.....	48
2.1.2 Características gerais sobre resposta funcional.....	49
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.1 Obtenção das Espécies de Joaninhas Afidófagas.....	52

3.1.2 Obtenção de larvas de <i>Drosophila melanogaster</i>	53
3.1.3 Obtenção dos ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	53
3.1.4 Experimento: resposta funcional das espécies de joaninhas afidófagas.....	53
3.1.5 Análise estatística.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 <i>Eriopis connexa</i>	55
4.1.1 Parâmetros biológicos e capacidade predatória de <i>Eriopis connexa</i> frente a diferentes densidades de consumo com duas dietas alternativas em laboratório.....	55
4.1.2 Resposta funcional de <i>Eriopis connexa</i> alimentadas com duas presas alternativas em laboratório.....	60
4.1.3 Análise de sobrevivência e mortalidade de <i>Eriopis connexa</i> em condições de laboratório.....	62
4.2 <i>Coleomegilla maculata</i>	63
4.2.1 Parâmetros biológicos e capacidade predatória de <i>Coleomegilla maculata</i> frente a diferentes densidades de consumo com duas dietas alternativas em laboratório.....	63
4.2.2 Resposta funcional de <i>Coleomegilla maculata</i> alimentadas com duas presas alternativas em condições de laboratório.....	70
4.2.3 Análise de sobrevivência e mortalidade de <i>Coleomegilla maculata</i> em condições de laboratório.....	73
5 CONCLUSÕES	76
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

INTRODUÇÃO GERAL

O controle biológico de insetos pragas vem assumindo papel cada vez mais importante na agricultura, devido à necessidade de redução no uso de agrotóxicos, visando não só a melhoria da qualidade dos alimentos e a redução nos custos de produção, mas também a preservação do meio ambiente. Com isso, ocupa uma posição importante dentro dos programas de Manejo Integrado de Pragas, pois, além de agir de maneira harmoniosa com o meio ambiente, é um método eficiente principalmente quando associado às outras medidas de controle (OLIVEIRA et al., 2004).

Devido ao seu elevado potencial biótico, capacidade de busca, predação em maior parte do ciclo de vida (fases larval e adulta) e por serem passíveis de criação em laboratório (OBRYCKI e KRING, 1998), as joaninhas predadoras apresentam grande potencial para o controle biológico mediante três estratégias: clássica, aumentativa ou conservativa (LIXA, 2008).

A criação massal e a liberação em campo de determinados inimigos naturais é uma técnica que vem sendo utilizada mundialmente (PERVEZ e OMKAR, 2004; MOHAGHEGH e AMIR-MAAFI, 2007). As dificuldades relacionadas ao espaço e mão de obra para multiplicação dos coccinelídeos, especialmente no caso de espécies de joaninhas afidófagas são fatores limitantes (KALASKAR e EVAN, 2001; MICHAUD e JYOTI, 2007). Porém, se houver disponibilidade de alimentos alternativos, naturais ou não, tais dificuldades serão bem menores (HODEK, 1973; DONG et al., 2001).

Muitos estudos são realizados com objetivos de se estabelecer as necessidades nutricionais e ecológicas quanto à eficiência de assimilação para os insetos entomófagos (NORDLUND e MORRISON, 1990; WHEELER, 1996; THOMPSON, 1999). A busca pelo conhecimento sobre biologia, comportamento e técnicas de criação podem melhorar significativamente o potencial destes predadores, mas a obtenção de dietas naturais adequadas representa um dos principais problemas para a criação das joaninhas afidófagas (KATO et al., 1999ab; SPECTY et al., 2003; SOARES et al., 2004; DE CLERCK et al., 2005).

Dietas artificiais têm sido elaboradas para criação de predadores, incluindo joaninhas, como a *Coleomegilla maculata* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Coccinellidae) que foi o primeiro predador criado *in vitro* e com descendência fértil usando dieta à base de fígado de porco. Larvas deste predador criado com dieta artificial à base de fígado de porco cru e suplemento vitamínico tiveram aproximadamente 86% de viabilidade na fase adulta, os quais se alimentavam com determinada voracidade, onde sua colônia foi mantida por meses sem presa (ATTALLAH e NEWSON, 1966). A utilização do fígado fresco de porco tem sido descrito para a criação de Coccinellidae, incluindo *Adalia bipunctata* (L., 1758), *Coccinella septempunctata* (L., 1758), *Coccinella transversoguttata ricardsoni* (Brown, 1835), *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* (Say, 1758) e *Propylea quatuordecimpunctata* (L., 1758) (KARILUOTO et al., 1976; KARILUOTO, 1980). Além disso, espécies de Coccinellidae predadoras foram criadas com dietas semidefinidas, sem carne, mas, geralmente, complementadas com presas ou outros insetos (ATTALLAH e NEWSON, 1966; KARILUOTO, 1980; MATSUKA et al., 1982, SILVA et al., 2004, 2006ab).

Dietas artificiais a base de carboidratos possibilitaram incremento na manutenção dos adultos de Coccinellidae, mas não são ainda suficientes para que suas fêmeas realizem posturas com eficiência (HAGEN, 1962). O tipo de alimento pode influenciar significativamente nos aspectos biológicos de insetos, tais como, ovogênese, fecundidade e fertilidade. A descoberta de alimentos que sejam adequados e práticos é pré-requisito para o

progresso na criação de Coccinellidae predadores, onde algumas de suas espécies possuem ampla variação quanto à presa adequada (HODEK, 1973).

A quantidade e a qualidade do alimento influenciam no estado fisiológico de fêmeas do gênero *Hippodamia* Dejean (Coleoptera: Coccinellidae) (HODEK, 1967). *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (1842), por exemplo, necessita do aminoácido cistina para atingir a pupação e metamorfose normal (RACIOPPI et al., 1981), onde não ovipositou sendo alimentada somente com ovos da traça da farinha de trigo *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) (KATO, 1999b).

A facilidade de criação da traça da farinha-de-trigo *A. kuehniella*, cujos ovos têm mostrado bom potencial para a substituição de presas naturais para Coccinellidae afidófagos, tem incentivado o uso dessa presa alternativa nas criações desses predadores em laboratório. Todavia, a criação dos adultos de *A. kuehniella* necessita de cuidados, principalmente devido às escamas das asas que podem causar problemas respiratórios e alérgicos às pessoas, bem como o custo desses ovos comercializados por empresas brasileiras é relativamente alto para serem usados nas criações dessas joaninhas (KATO et al., 1999ab; SPECTY et al., 2003; SILVA et al., 2004, 2006ab, 2009; DE CLERCK et al., 2005). Dessa forma, a busca por outras presas alternativas que diminuam ou evitam tais problemas devem ser incentivadas. Triltsch (1999) identificou a presença de larvas de Diptera após a dissecação do trato intestinal de adultos de *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) coletados em vários agroecossistemas. MOSER et al. (2011) observaram que larvas de *C. maculata* e outras duas espécies de joaninhas afidófagas coletadas no campo foram capazes de se alimentar de pupa de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae) em condições de laboratório. Contudo, segundo Moser et al. (2011), insetos da ordem Diptera como presa para os Coccinellidae não têm sido bem estabelecidos na literatura. *Olla v-nigrum* Mulsant, 1866 (Coleoptera: Coccinellidae) foi criada por gerações consecutivas com ovos de *A. kuehniella* e dieta artificial (à base de mel, levedo de cerveja, água e ácido ascórbico) (SILVA et al., 2004).

O predador *Eriopis connexa* Germar, 1824 (Coleoptera: Coccinellidae) pode ser geralmente encontrado em países da América do Sul (GYENGE et al., 1998) onde possui alto potencial para promover a redução de populações de afídeos (MILLER e PAUSTIAN, 1992; MILLER, 1995; OLIVEIRA et al., 2004; SARMENTO et al., 2004; SARMENTO et al., 2007). A utilização comercial de *E. connexa* depende de programas de criação massal adequados, pois esse predador apresentou número semelhante de ovos/postura e viabilidade em temperaturas acima de 15°C, mas sem posturas a 9°C (GYENGE et al., 1998). Aspectos biológicos da fase imatura de *E. connexa*, com diferentes dietas artificiais e presas naturais, foram estudados e resultados promissores foram obtidos (SILVA et al., 2006a, 2009).

A densidade de consumo alimentar do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) por larvas de *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Coccinellidae) mostrou tendência de aumento de predação com o aumento da densidade da presa e a resposta funcional se comportou em forma de ascensão linear (SANTA-CECÍLIA et al., 2001). O desenvolvimento de predação de *C. sanguinea*, com *S. graminum*, em genótipos de sorgo, acompanhados em determinados estudos, observou-se que não houve nenhuma mudança no desenvolvimento e fecundidade de *C. sanguinea*, durante uma geração (SANTOS et al., 2003).

H. convergens, *E. connexa* e *C. sanguinea* podem reduzir significativamente as populações de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), em campo (OLIVEIRA et al., 2004). O desenvolvimento de *E. connexa* foi melhor com *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) que com *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) (Acari: Tetranychidae) e as áreas das células do corpo gorduroso deste predador foram três vezes superiores com *M. persicae* e que com *T. evansi* (SARMENTO et al., 2004). Este predador

apresentou resposta funcional exponencial (Tipo II) com *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) e sigmoideal (Tipo III) com *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Esta mudança de comportamento sugere que esse predador geralmente adote estratégias de consumo diferentes de acordo com o tipo de presa (SARMENTO et al., 2007).

O trabalho de um modo geral primeiramente necessitou buscar maiores informações sobre como proceder e executar a metodologia proposta sobre a realização dos testes ajustes designada à adequabilidade de presas alternativas oferecidas a criação de joaninhas afidófagas em laboratório. E posteriormente procedeu-se a realização do experimento final referente à resposta funcional dessas joaninhas afidófagas alimentadas com presas alternativas em condições de laboratório.

O Capítulo I intitulado “Adequabilidade de presas alternativas para desenvolvimento e reprodução de duas joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae) em laboratório” trata de estudos relacionados à adequação de dietas alternativas para essas duas espécies de joaninhas, o qual foi conduzido com o seguinte objetivo: 1) avaliar larvas vivas da mosca *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa para criação de *Coleomegilla maculata* e *Eriopis connexa*, que são duas espécies de joaninhas predadoras de pulgões (afidófagas), ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e também se avaliou a mistura de ambas as dietas citadas anteriormente sobre características biológicas dessas joaninhas.

O Capítulo II intitulado “Biologia e resposta funcional de joaninhas afidófagas alimentadas com diferentes densidades de presas alternativas em laboratório” trata de estudos relacionados à resposta funcional de *C. maculata* e *E. connexa* frente a diferentes densidades de consumo alimentar, o qual foi conduzido com o seguinte objetivo: 1) determinar a resposta funcional de duas espécies de joaninhas afidófagas (predadoras naturais de pulgões) de *C. maculata* e *E. connexa* alimentadas com duas presas alternativas: larvas vivas da mosca *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) e ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), visando aperfeiçoar a criação em laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTALLAH, Y.H.; NEWSON, L.D. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculate* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. **Journal of Economic Entomology**, v.59, p.1173-1179, 1966.

DE CLERCQ, P.; BONTE, M.; VAN SPEYBROECK, K.; BOLCKMANS, K.; DEFORCE K. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) 11 on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. **Pest Management Science**, v.61. p.1129-1132, 2005.

DONG, H.; ELLINGTON, J.J.; REMMENGA, M.D. An artificial diet for the lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). **Southwestern Entomologist**, v.26, p.205-213, 2001.

GYENGE, J.E.; EDELSTEIN J.D.; SALTO C.E. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.345-356, 1998.

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v.7, p.289-326, 1962.

HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v.12, p.79-104, 1967.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academy os Sciences, 1973. 260p.

KALASKAR, A.; EVAN, E.W. Larval responses of aphidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to weevil larvae versus aphids as prey. **Annals of the Entomological Society of America**, v.94, p.76-81, 2001.

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.

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

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; AUAD, A.M. Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1966) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.19-23, 1999a.

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.455-459, 1999b.

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.

MATSUKA, M.; WATANABE, M.; NIJIMA, K. Longevity and oviposition of vedalia beetles on artificial diets. **Environmental Entomology**, v.11, p.816-819, 1982.

MILLER, J.C. A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, v.5, p.462-465, 1995.

MILLER, J.C.; PAUSTIAN, J.W. Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, v.21, p.1139-1142, 1992.

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, 2007.

MOHAGHEGH, J.; AMIR-MAAFI, M. Reproduction of the predatory stinkbug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. **Applied Entomology and Zoology**, v.42, p.15-20, 2007.

NORDLUND, D.A.; MORRISON, R.K. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.57, p.237-242, 1960.

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

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

PERVEZ, A.; OMKAR, S.S. Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.385-396, 2004.

RACIOPPI, J.V.; BURTON, R.L.; EIKENBARY, R. Effects of various oligidic synthetic diets on the growth of *Hippodamia convergens*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.30, p.68-72, 1981.

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

SANTOS, T.M.; FIGUEIRA, L.K.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; LARA, F.M.; CRUZ, I. Efeito da alimentação de *Schizaphis graminum* com genótipos de sorgo no desenvolvimento do predador *Cycloneda sanguinea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p. 555-560, 2003.

SARMENTO, R.A.; OLIVEIRA, H.G.; HOLTZ, A.M.; SILVA, S.M.; SERRÃO, J.E.; PALLINI, A. Fat body morphology of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in function of two alimentary sources. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.407-411, 2004.

SARMENTO, R.A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; SOUZA, O.F.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; OLIVEIRA, C.L. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, p.121-126, 2007.

SILVA, R.B.; FELLET, M.R.G.; REDOAN, A.C.; FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Eriopis connexa* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com presas naturais e dietas artificiais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 2., SIMPÓSIO SOBRE *Colletotrichum graminicola*, 2., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (CD-Rom)**, 2006a.

SILVA, R.B.; FELLET, M.R.G.; COSTA, M.A.; FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I. Desenvolvimento de fases imaturas de *Coleomegilla maculata* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 2., SIMPÓSIO SOBRE *Colletotrichum graminicola*, 2., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (CD-Rom)**, 2006b.

SILVA, R.B.; GUIMARÃES, P.S.; FIGUEIREDO, M.L.C.; FONSECA, G.; CRUZ, I. Biologia de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1875) (Lepidoptera: Pyralidae) e dieta artificial. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 1., 2004, Cuiabá. **Resumos...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (CD-Rom)**, 2004. p.136.

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 predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Phytoparasitica**, v.37, p.115-123, 2009.

SOARES, A.O.; CODERRE, D.; SCHANDERL, H. Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Animal Ecology**, v.73, p.478-486, 2004.

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.

THOMPSON, S.N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v.44, p.561-592, 1999.

WHEELER, D. The role of nourishment in oogenesis. **Annual Review of Entomology**, v.41, p.407-431, 1996.

CAPÍTULO I

ADEQUABILIDADE DE PRESAS ALTERNATIVAS PARA DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE DUAS JOANINHAS AFIDÓFAGAS (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM LABORATÓRIO

RESUMO

O controle biológico de insetos pragas vem assumindo papel cada vez mais importante na agricultura, devido à necessidade de reduzir o uso de agrotóxicos, visando não só a melhoria da qualidade dos alimentos e a redução nos custos de produção, mas também a preservação do meio ambiente. Com isso, ocupa uma posição importante dentro dos programas de Manejo Integrado de Pragas, pois, além de agir de maneira harmoniosa com o meio ambiente, é um método eficiente principalmente quando associado às outras medidas de controle. Os insetos predadores são importantes agentes de controle biológico de artrópodes pragas, atuando diretamente sobre os mesmos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa, necessitando geralmente de muitas presas para se desenvolver e reproduzir. Estudos sobre a biologia têm sido feitos no intuito de explorar o comportamento e as técnicas de criação dos insetos predadores, mas a produção de dietas artificiais adequadas representa um entrave para a criação de joaninhas afidófagas. A partir deste contexto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar larvas da mosca *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) como alimento para criação de *Coleomegilla maculata* e *Eriopis connexa*, ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e também se avaliou a mistura de ambas as dietas citadas anteriormente sobre características biológicas dessas joaninhas. Os experimentos foram conduzidos com adultos da geração 1, os quais foram mantidos em sala climatizada ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) do CIMP/UFRRJ (Seropédica/RJ). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos para cada espécie de joaninha. Os tratamentos consistiram em três tipos de dietas alternativas. Foram avaliados respectivamente os seguintes parâmetros biológicos da 1^o geração: Período de pré-oviposição, fase de ovo, fases de larva, pré-pupa e pupa, ciclo biológico, fase adulta e pesagem dos insetos adultos. Os mesmos parâmetros biológicos foram avaliados para a 2^o geração. Não houve diferenças significativas nos parâmetros biológicos dos ovos de *Eriopis connexa* das gerações 1 e 2, no que diz respeito às respectivas dietas fornecidas, de modo que possam vir a interferir a ovogênese normal. O mesmo comportamento e conclusão podem ser observados para *Coleomegilla maculata* nas gerações 1 e 2. Em relação ao desenvolvimento do ciclo biológico e pesagem final (mg) dos insetos adultos das gerações 1 e 2 de *Eriopis connexa* e *Coleomegilla maculata*, podemos concluir que não houve diferenças significativas nos respectivos ciclos biológicos e pesagens finais quando alimentadas nas dietas 1, 2 e 3. Assim, podemos afirmar que é possível aplicar a substituição dos ovos de *Anagasta kuehniella* pelas larvas de *Drosophila melanogaster*, sem que possa trazer prejuízos à criação das espécies de joaninhas afidófagas em questão, além de estarmos contribuindo com a redução dos custos na criação massal em laboratório.

Palavras-chave: Controle biológico, joaninhas afidófagas, alimento alternativo, criação massal.

ABSTRACT

The biological control of insect pests has assumed increasingly important role in agriculture, because of the need to reduce the use of pesticides, aimed not only at improving the quality of food and the reduction in production costs, but also the preservation of the environment . Thus, occupies an important position within the Integrated Pest Management programs, because in addition to act harmoniously with the environment, is an efficient method especially when associated with other control measures. The predatory insects are important biological control agents of arthropod pests, acting directly on them and feeding of part or the whole body of the prey, usually requiring many preys to develop and reproduce. Studies on the biology have been made in order to explore the behavior and rearing techniques of predatory insects, but the production of suitable artificial diets is an obstacle to the creation of ladybugs afidófagas. From this context, the present study was to evaluate fly *Drosophila melanogaster* larvae (Diptera: Drosophilidae) as food for creating *Coleomegilla maculata* and *Eriopis connexa*, unfeasible and frozen eggs *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) and also evaluated the mixture of both diets mentioned above on biological characteristics of ladybugs. The experiments were conducted with generation 1 adults, which were maintained in a room ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and photophase 12 hours) of CIMP / UFRRJ (Seropédica / RJ). It was adopted a completely randomized design with three treatments for each species of ladybug. The treatments consisted of three types of alternative diets. Were respectively evaluated the following biological parameters of the 1st generation: pre-oviposition period, egg stage, larval stages, pre-pupa and pupa, biological cycle, adulthood and weighing of the adult insects. The same biological parameters were evaluated for 2nd generation. No significant difference in biological parameters *Eriopis connexa* eggs of generations 1 and 2, with respect to the respective diets provided so that might affect normal oogenesis. The same behavior can be observed and conclusion to *Coleomegilla maculata* in generations 1 and 2. For the development of the biological cycle and final weighing (mg.) Of adult insects generations 1 and 2 *Eriopis connexa* and *Coleomegilla maculata*, we can conclude that not were no significant differences in their biological cycles and final weighing when they were fed the diets 1, 2 and 3. Thus, we can say that it is possible to apply the replacement of *Anagasta kuehniella* eggs by the larvae of *Drosophila melanogaster*, without being able to bring harm to the creation of the species ladybugs afidófagas concerned, and we are contributing to the cost reduction in mass production in laboratory.

Key words: Biological control, ladybugs afidófagas, alternative food, mass rearing.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo desses últimos anos, especialmente após a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano (também conhecida como a Cúpula da Terra, ou Conferência Rio-92), a população passou a se preocupar de forma crescente, com os problemas de conservação da qualidade do meio ambiente provocados por uma ampla gama de atividades humanas, incluindo à exploração acentuada da agropecuária, na busca da tão esperada alta qualidade de vida.

A pesquisa científica tem obtido grandes avanços no desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, que se apóia em práticas agropecuárias que promovam a agrobiodiversidade e os processos biológicos naturais, baseando-se na baixa utilização dos insumos externos, como as adotadas na agricultura orgânica e em outros modelos de agricultura de base agroecológica (GLIESSMAN, 2001; AQUINO e ASSIS, 2005; AGUIAR-MENEZES, 2006).

O controle biológico de insetos pragas vem assumindo papel cada vez mais importante na agricultura, devido à necessidade de redução no uso de agrotóxicos, visando não só a melhoria da qualidade dos alimentos e a redução nos custos de produção, mas também a preservação do meio ambiente. Com isso, ocupa uma posição importante dentro dos programas de Manejo Integrado de Pragas, pois, além de agir de maneira harmoniosa com o meio ambiente, é um método eficiente principalmente quando associado às outras medidas de controle (OLIVEIRA et al., 2004).

Os insetos predadores são importantes agentes de controle biológico de artrópodes pragas, atuando diretamente sobre os mesmos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa, necessitando geralmente de muitas presas para se desenvolver e reproduzir (HAGEN, 1962; VAN DEN BOSCH, 1982a).

Entre os insetos predadores, destacam-se as espécies da família Coccinellidae (Insecta: Coleoptera). A maioria das espécies dessa família, popularmente conhecidas no Brasil como joaninhas, na América do Norte como "ladybeetles", como "ladybird beetles" na Inglaterra e "bêtes à Dieu" para os franceses (COSTA LIMA, 1953), são predadoras vorazes, se alimentando, na natureza, de diversas presas, tais como ninfas e adultos de insetos fitófagos da ordem Hemiptera (pulgões, cochonilhas, mosca-branca e psilídeos), bem como ovos e larvas de primeiro instar de lepidópteros e coleópteros, sendo que muitas dessas presas são pragas de culturas agrícolas e florestais (HODEK, 1996; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001).

Devido ao seu elevado potencial biótico, capacidade de busca, predação em maior parte do ciclo de vida (fases larval e adulta) e por serem passíveis de criação em laboratório (OBRYCKI e KRING, 1998), as joaninhas predadoras apresentam grande potencial para o controle biológico mediante três estratégias: clássica, aumentativa ou conservativa (LIXA, 2008).

No controle biológico aumentativo (ou por incremento), o agente de controle biológico é multiplicado em grande escala em laboratórios especializados, portanto, envolve a criação ou produção do agente que, posteriormente, são liberados em grandes quantidades no campo no momento apropriado. Todavia, a criação do agente de controle biológico também pode envolver a criação de sua presa ou seu hospedeiro natural, o que às vezes pode não ser bem sucedida em condições de laboratório (AGUIAR-MENEZES, 2003).

A qualidade e o tipo de alimento têm impacto significativo sobre o crescimento, desenvolvimento e a reprodução dos insetos. O conhecimento das relações alimentares de insetos predadores pode fornecer informações sobre a qualidade nutricional e a razão para escolha de um alimento específico (OMKAR et al., 1997, 2006; OMKAR e PERVEZ, 2001;

ZANUNCIO et al., 2002). A disponibilidade de alimentos de baixo custo pode reduzir os custos da criação por incremento de insetos predadores e, conseqüentemente, aumentar o uso destes insetos no controle biológico aumentativo (VANDEKERKHOVE et al., 2006).

Espécies de Coccinellidae (Coleoptera) são agentes importantes de controle biológico conservativo, por se alimentarem, desde a fase larval até a adulta, de diferentes espécies de presas, incluindo ácaros, cochonilhas, moscas-branca, ovos e lagartas de Coleoptera e Lepidoptera, psilídeos e pulgões (SIMMONDS et al., 2000; OMKAR e PERVEZ, 2001; RAGKOU et al., 2004; SILVA e BONANI, 2008).

O entendimento dos padrões nutricionais e ecológicos pode aumentar significativamente a eficiência de insetos entomófagos (ZANUNCIO et al. 1996; SIMMONDS et al., 2000; PERVEZ e OMKAR, 2004; FREITAS et al., 2006; MOHAGHEGH e AMI-MAAFI, 2007). Estudos sobre a biologia têm sido feitos no intuito de abordar o comportamento e as técnicas de criação dos insetos predadores, mas o uso desses inimigos naturais em programas de controle biológico e a produção de dietas artificiais adequadas representam um problema para a criação de joaninhas afidófagas (KARILUOTO et al., 1976; KARILUOTO, 1980).

Uma dieta artificial a princípio deve ser nutricionalmente comparável a dietas naturais de baixo custo. Insetos alimentados com dieta artificial devem apresentar preferencialmente alta taxa de sobrevivência, rápido estágio de desenvolvimento, alto ganho de massa corpórea e alta fecundidade (SCRIBER e SLANSKY, 1981; ZANUNCIO et al., 1996; SAAVEDRAET et al., 1997; DONG et al., 2001). Dietas artificiais a base de fígado de porco e suplementos vitamínicos possibilitaram o desenvolvimento do predador *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) (ATTALAH e NEWSON, 1966). Fígado fresco de porco foi utilizado na criação *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *Coccinella transversoguttata ricardsoni* (Brown), *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* (Say) e *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) (KARILUOTO et al., 1976; KARILUOTO, 1980). Além disso, espécies desses predadores têm sido criadas com dietas previamente semidefinidas, sem carne, mas, geralmente, complementadas com presas ou outros insetos vivos (ATTALAH e NEWSON, 1966, KARILUOTO et al., 1976; MATSUKA et al., 1982). Por isso, a obtenção de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) mostram grande potencial dos mesmos para a substituição de presas para Coccinellidae (KATO et al., 1999a,b; SPECTY et al., 2003; DE CLERCQ et al., 2005).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a influência de larvas da mosca *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) como presa alternativa para criação de *Coleomegilla maculata* e *Eriopsis conexa* e ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre características biológicas dessas joaninhas, bem como se avaliou a mistura de ambas as dietas citadas anteriormente sobre as mesmas características biológicas dessas joaninhas, verificando se há alterações anormais no ciclo biológico e no peso dos adultos emergidos que possa comprometer o uso dessas dietas na criação em laboratório dessas joaninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características Biológicas dos Coccinelídeos

A família Coccinellidae, cujos insetos que a constitui são comumente conhecidos como joaninhas, representa uma das principais da ordem Coleoptera, devido à variedade de hábitos alimentares, além de consistir numa das mais importantes famílias de insetos predadores, especialmente de pulgões, aleirodídeos, pseudococcídeos e outras cochonilhas (COSTA LIMA, 1953; HAGEN, 1962; HODEK, 1973; OBRYCKI e KRING, 1998).

O desenvolvimento dos coccinelídeos é por holometabolia, isto é, apresenta metamorfose completa, o que significa que eles desenvolvem-se a partir de um ovo, passam pelos estágios de larva e depois pupa antes de tornarem-se adultos (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999). A duração de seu ciclo de desenvolvimento varia de duas semanas até dois meses, sendo influenciada pelo tamanho da espécie, das condições térmicas e de sua especificidade trófica (COSTA LIMA, 1953; IPERTI et al., 1977; IPERTI, 1999). Reproduzem-se em diferentes habitats, mostrando-se também possuidores de muitos e diferentes tipos de comportamento (COSTA LIMA, 1953). A postura geralmente é exofítica, isto é, os ovos são colocados sobre as plantas (COSTA LIMA, 1953).

O número de ovos produzidos é muito variável entre as espécies, bem como entre indivíduos de uma mesma espécie. Muitos coccinelídeos afidófagos depositam seus ovos em grupos de 10 a 110 ovos, enquanto que os coccinelídeos coccidófagos depositam grupos com menor número de ovos (HAGEN, 1962; IPERTI, 1999).

A reprodução dos coccinelídeos é sexuada, sendo que somente um acasalamento é necessário para fertilizar todos os ovos produzidos durante todo o período de vida da fêmea (IPERTI, 1999). Em geral, menos do que uma semana após a emergência, os adultos se acasalam e, cerca de uma semana mais tarde, as fêmeas iniciam a postura (IPERTI, 1999). A longevidade dos adultos depende do voltinismo, exibido pela espécie, podendo ser de poucos meses a um ano (IPERTI, 1999).

Os hábitos alimentares das larvas e dos adultos são similares, sendo que cerca de 90% das espécies de Coccinellidae possuem hábitos alimentares carnívoros. Essas espécies estão distribuídas entre as subfamílias *Chilocorinae*, *Coccidulinae*, *Coccinellinae* (menos *Psylloborini*), *Scymninae* e *Sticholotinae*. Algumas espécies são fitófagas (subfamília *Epilachninae*) ou fungívoras (tribo *Psylloborini*), apenas a hematofagia ainda não foi registrada (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001; MILLÉO et al., 2007). De acordo com Hagen (1962), há certo nível de especificidade para grupos de presas entre as tribos de Coccinellidae. Entre as tribos de *Chilocorinae*, 79% das espécies de *Chilocorini* alimentam-se de coccídeos (ou seja, são coccidófagos), principalmente Diaspidinae. Em *Coccidulinae*, praticamente todos os *Coccidulini* alimentam-se de coccídeos, 51% dos *Rhizobiini* consomem Diaspidinae, 35% Coccinae e 14% Lecaniinae. *Exoplectrini* e *Noviini* são reportados alimentarem-se principalmente de *Icerya* spp. e espécies relativas. Entre os *Coccinellinae*, a maioria se alimenta de pulgão (ou seja, são afidófagas), particularmente as tribos *Hippodamiini* e *Coccinellini*, onde respectivamente 76% e 85% das espécies são afidófagas, enquanto a minoria (1% em cada tribo) é fitófaga e o restante alimenta-se de Coleoptera, Hemiptera e também Acarina. Em *Scymninae*, *Stethorini* alimenta-se exclusivamente de ácaros fitófagos, 62% dos *Scymnini* alimentam-se de cochonilhas e 23% de pulgões e *Hyperaspini* alimentam-se de cochonilhas. Entre os *Sticholotinae*, as tribos *Sukunahikonini*, *Pharini* e *Microweisini* alimentam-se principalmente de Coccidae,

particularmente Diaspidinae, enquanto que a tribo *Serangini* ataca aleirodídeos (IPERTI, 1999).

Os alimentos dos coccinelídeos predadores podem ser classificados em “alimento essencial” e “alimento alternativo” (IPERTI et al. 1972; IPERTI e TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1973). O primeiro assegura o desenvolvimento, a formação de pupas e adultos normais e ovos viáveis, enquanto que o segundo apenas prolonga a sobrevivência, e constitui uma fonte substituta de energia (HODEK, 1973; KATO, 1996). Há gradações entre os alimentos e, dependendo do tipo, podem influenciar diversos aspectos biológicos do inseto, tais como fecundidade, fertilidade, sobrevivência e longevidade (SMITH, 1966; HODEK, 1973).

Vários trabalhos relatados na literatura versam sobre o estudo da biologia de coccinelídeos alimentados com dietas naturais (presas) ou artificiais (substâncias químicas nutritivas e balanceadas), em condições de laboratório, fornecendo subsídios para produção em larga escala para viabilizar a implantação de controle biológico aumentativo (ou por incremento). Como exemplos, citam-se os estudos de Smith (1960), Smith (1966), Correia (1986), Correa e Berti Filho (1988), Kato (1996), Gyenge et al. (1998), Kato et al. (1999), Silva et al. (2004), Almeida et al. (2006), Silva et al. (2006), Silva et al. (2007), Ramos Filho et al. (2007) e Michaud e Jyoti (2008).

Para os coccinelídeos afidófagos, o consumo de certas espécies de pulgões não permite a diferenciação ovariana e algumas são tóxicas, como por exemplo, o pulgão *Aphis neri* Boyer de Fonscolombe que se alimentam de plantas de loureiro-rosa (*Nerium oleander* L., Apocynaceae), sendo um alimento inadequado para muitos coccinelídeos, com exceção de *Adonia variegata* Goeze (IPERTI, 1999). *Adalia bipunctata* L. desenvolve-se adequadamente quando se alimenta de *Aphis sambuci* L. em sabugueiro (*Sambucus nigra* L., Adoxaceae), porém, não ocorrendo o mesmo com *Coccinella septempunctata* L. (HAGEN, 1962).

Certas espécies de coccinelídeos produzem ovos quando mantidas em presas diferentes dos pulgões, como ovos e larvas de primeiro instar de insetos das ordens Coleoptera e Lepidoptera e, portanto, não são estritamente afidófagas. Por exemplo, *C. maculata* produz um grande quantidade de ovos em laboratório quando se alimentam de ovos do besouro da batata do Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) (MUNYANEZA e OBRYCKI, 1997).

2.1.2 Características morfológicas dos coccinelídeos

Os ovos podem ser elípticos ou alongados, com uma coloração inicialmente variando do amarelo ao vermelho-alaranjado, escurecendo um pouco antes da eclosão das larvas, e são colocados isoladamente ou em massas (grupos), unidos uns aos outros (COSTA LIMA, 1953; HAGEN, 1962; HODEK, 1973; IPERTI, 1999).

As larvas apresentam aparelho bucal mastigador e são do tipo campodeiforme, que é caracterizada por apresentar três pares de pernas torácicas alongadas, que lhes permitem movimentarem-se, com relativa facilidade. Elas passam por vários estágios para seu crescimento, sendo, em geral, quatro estádios (raramente três ou cinco) e o último estádio é denominado de pré-pupa (COSTA LIMA, 1953; HAGEN, 1962; 1970; HODEK, 1973; IPERTI, 1999). Alguns autores, como Hodek (1973) e Obrycki e Tauber (1978), não consideram a pré-pupa como uma fase à parte. No entanto, de acordo com Correia (1986), a fase de pré-pupa é um curto período entre o último instar e a fase pupal, onde a larva, morfológicamente semelhante à do 4º instar, pára de se alimentar e se fixa a um suporte, usando o último segmento abdominal e, gradualmente, assume posição característica, ou seja, dobrada ventralmente, com pernas semi-esticadas e voltadas para trás, permanecendo imóvel, todavia, se molestada, reage com movimentos bruscos, levantando a parte anterior do corpo.

A pupa é do tipo exarata, por ter apêndices não aplicados sobre o corpo e sim livres e visíveis, podendo ser nua como ocorre com as espécies afidófagas, ou recoberta pela última exúvia larval, como nas espécies coccidófagas (COSTA LIMA, 1953).

Os adultos da família Coccinellidae exibem élitros de cores vistosas e desenhos variados, tendendo a se dispersar rapidamente do local onde as larvas se criaram logo após sua emergência (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999). Eles apresentam ainda corpo normalmente oval ou arredondado, com forte convexidade dorsal, a cabeça comumente fica escondida pelo protórax e sua articulação com o tórax faz-se por meio de um “pescoço” flexível (COSTA LIMA, 1953; MILLÉO et al., 2007). O aparelho bucal é do tipo mastigador, com todas as peças bem desenvolvidas. Seu protórax geralmente é mais desenvolvido e um pouco destacado, o meso e metatórax são fundidos. Possuem pernas ambulatórias e o abdome, em geral, é totalmente recoberto pelos élitros.

2.1.3 Características comportamentais dos coccinelídeos

Muitas espécies de coccinelídeos das tribos *Chilocorini*, *Scymnini* e *Hyperaspini* depositam seus ovos individualmente e frequentemente escondidos, sendo mais rara a ocorrência de canibalismo. As fêmeas de *Coccinellini*, *Hippodamini*, *Syninychini* e algumas de *Psylloborini* depositam seus ovos em grupo, geralmente organizados verticalmente, contíguos e usualmente expostos, ficando mais susceptíveis ao canibalismo (HAGEN, 1962; HODEK, 1973). Além do canibalismo de ovos, pode também ocorrer canibalismo entre larvas, enquanto que larvas e adultos podem alimentar-se de pré-pupa e pupa (HAGEN, 1962). Segundo Agarwala e Dixon (1992), larvas e adultos de coccinelídeos são induzidos ao canibalismo de ovos e larvas de coespecíficos e, em menor grau, ao canibalismo de outras espécies de coccinelídeos. As larvas recém eclodidas, normalmente, permanecem sobre os ovos por cerca de um dia, podendo levar ao canibalismo (HAGEN, 1962; IPERTI, 1999).

O comportamento distinto da busca pela presa feita pelas joaninhas afidófagas, especialmente as fêmeas, claramente reflete a natureza e comportamento efêmero imprevisível das populações locais de pulgões, tanto no tempo como no espaço, devendo se adaptar com táticas e estratégias amplas para explorar as oportunidades e superar os desafios impostos por esse grupo de presa com características tão peculiares e distintas (EVANS, 2003). Geralmente as espécies predadoras se alimentam de presas de hábito sedentário (como os pulgões) a sésil (como as cochonilhas), variando de monófagas a polífagas, sendo que as primeiras são relativamente poucas, dentre elas cita-se *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coccidulinae, Noviiini) (HAGEN, 1962; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001). Geralmente, os adultos de espécies coloridas (por exemplo, vermelhas, amarelas, laranjas com ou sem manchas) e brilhantes alimentam-se de pulgões, enquanto que as espécies menores e escuras, geralmente pretas brilhantes, alimentam-se de cochonilhas, moscas brancas e ácaros. Coccinelídeos micófagos são geralmente marrom claro a brancos ou, às vezes, amarelo claro (IPERTI, 1999). As larvas dos predadores afidófagos alimentam-se de pulgões, ingerindo o líquido de seus corpos, deixando seus tegumentos como resíduo, enquanto o adulto devora totalmente os pulgões, sem deixar vestígios, embora a larva de último instar também possa apresentar comportamento semelhante (HAGEN, 1962; OLIVEIRA et al., 2004).

Muitos coccinelídeos completam seu desenvolvimento larval e produzem uma progênie viável somente quando consomem sua presa preferencial, a qual estimula e mantém a produção de ovos (IPERTI, 1999). Fêmeas de *R. cardinalis*, um coccinelídeo altamente específico de certos coccídeos, depositam aproximadamente 16 ovos por dia quando se alimentam de *Icerya purchasi*, 4,3 ovos por dia quando se alimentam apenas de sacarose e 3,8 ovos por dia com uma dieta quimicamente definida (HAGEN, 1987).

Quando sua presa preferida está escassa, as joaninhas alimentam-se de recursos alimentares alternativos, tais como fezes açucaradas de pulgões e cochonilhas (“honeydew”), néctar floral ou extrafloral, pólen etc., garantindo sua sobrevivência. O pólen (fonte de proteína) e o néctar (fonte de carboidratos) sustentam o metabolismo e o desenvolvimento gamético de certas espécies de Coccinellidae, representando um suplemento de uma presa de qualidade inferior (SMITH, 1960; 1961; 1965; 1966). Por exemplo, de acordo com Hoffmann e Fordsham (1993), o pólen pode constituir até 50% da dieta do coccinélídeo *Coleomegilla maculata*, um importante predador de pulgões. Porém, certas espécies apresentam ovogênese normal somente quando sua presa preferencial está disponível, como em *Hippodamia* spp., necessitando consumir pulgões para estimular a produção de ovos (HAGEN, 1962; HODEK, 1973; HAGEN, 1987; IPERTI, 1999).

Todavia, *C. maculata* é uma espécie polífaga, desenvolvendo-se bem quando se alimentam apenas com de ovos lagartas de mariposa ou pulgões, por exemplo, mas é uma das espécies de coccinélídeos mais facilmente criadas com uma variedade de dietas artificiais, como as misturas de substâncias químicas nutricionais (por exemplo, levedo de cerveja, mel, pólen), sem qualquer fonte de proteína animal (SMITH, 1966; HODEK, 1973; 1987; 1996; KATO, 1996; MICHAUD e JYOTI, 2008). De acordo com HAGEN (1987), poucas espécies de coccinélídeos afidófagas podem produzir ovos quando alimentadas com dietas artificiais sem pulgão, tais como *C. maculata*, *Eriopis connexa* (Germar), *Olla v-nigrum* (Mulsant) e *Harmonia axiridis* (Pallas).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das Espécies de Joaninhas Afidófagas

Indivíduos de *Coleomegilla maculata* e *Eriopsis connexa*, denominados de matrizes, foram mantidos em condições ambientais controladas no Laboratório de Criação de Insetos Predadores do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do Instituto de Biologia (IB) do *campus* de Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), utilizando ovos inviabilizados com ultravioleta e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) mais larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) como presas, por observar a aceitação de ambas as presas por essas joaninhas, mas sem se fundamentar em nenhum estudo da viabilidade econômica e técnica.

3.2 Obtenção de Ovos de *Anagasta kuehniella*

Os ovos de *A. kuehniella* (traça da farinha de trigo) inviabilizados por esterilização com raios UV (ultravioleta) foram adquiridos mensalmente por meio de compra em empresa especializada. Esses ovos quando recebidos eram armazenados em freezer de uso doméstico para sua conservação. A estimativa de custo de aquisição dos ovos gira em torno de R\$ 500,00 por 100 gramas de ovos de *A. kuehniella*, sendo que foram gasto em média 200 gramas por mês.

3.3 Obtenção de Larvas de *Drosophila melanogaster*

As larvas dessa mosca foram obtidas de sua criação mantida no Laboratório de Criação de Presas do CIMP, sendo alimentadas *ad libitum* com dieta artificial adaptada à base de banana d'água, mel, fermento biológico e farinha de aveia, com gotas de violeta de genciana como agente antisséptico, baseando-se na metodologia descrita em AQUARIOLAND (2012). A estimativa de custo de aquisição do material e manutenção da criação das larvas de *D. melanogaster* gira em torno de R\$ 100,00 por mês.

3.4 Determinação das Características Biológicas das Gerações 1 e 2 das Joaninhas

3.4.1 Obtenção dos adultos das gerações 1 e 2 das joaninhas em laboratório

Pela dificuldade de determinação dos sexos de Coccinellidae (FLANDERS, 1936; GORDON, 1978), adultos de cada espécie de joaninhas (*C. maculata* e *E. connexa*) provenientes das matrizes experimental foram colocados em grupo de seis indivíduos por pote de plástico de 1 L, onde foram vedados com tampa perfurada afim de permitir as trocas gasosas, e mantidos em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) do CIMP. Esses insetos foram observados diariamente para verificar a presença de casais em cópula. Quando o acasalamento não era observado em 24 horas, trocas de indivíduos entre os potes eram realizadas para garantir a presença de pelo menos um casal por pote. Foram formados vários potes não contabilizados com 6 indivíduos distintamente, no intuito, obtenção significativa de números de posturas a fim de iniciarmos o experimento com sucesso na busca da primeira geração experimental de ambas as espécies.

Para obter os adultos da primeira geração para ser usados nos tratamentos e evitar o condicionamento alimentar pré-imago em função da alimentação ministrada às matrizes, um grupo de adultos das joaninhas provenientes das matrizes experimentais foram criados com larvas de *D. melanogaster* (adultos DM), outro grupo foi criado com ovos inviabilizados com ultravioleta e congelados de *A. kuehniella* (adultos AK), e também juntamente foram criados outro grupo com ambas as dietas somadas anteriormente (adultos DM+AK). Os adultos DM, AK e DM+AK foram mantidos em potes iguais aos usados para as matrizes na obtenção dos ovos. Água foi fornecida por meio de algodão hidrófilo umedecido em tampa de garrafa PET no interior dos potes. Folha de papel filtro cortada ao meio (15 cm de diâmetro) foi também colocada no interior dos potes para servir de substrato para a oviposição visando facilitar a retirada dos ovos.

Diariamente, foram realizadas vistorias nos potes para detecção e retirada dos ovos (posturas) das joaninhas. Ovos depositados no papel filtro foram retirados pelo corte do substrato. Caso os ovos fossem depositados em outros lugares, em contato com o pote plástico ou na tampa perfurada revestida com organza, procedeu-se a transferência dos insetos adultos para outro pote plástico, a fim de evitar canibalismo dos ovos. Os ovos obtidos de cada grupo de adultos (DM, AK e DM+AK) foram mantidos separados e identificados conforme o grupo.

Observações diárias foram realizadas para acompanharmos a eclosão das larvas das joaninhas. Somente após o segundo dia a partir da observação da eclosão das larvas, procedeu-se a individualização destas, a fim de evitar a mortalidade das larvas de primeiro instar quando manuseadas no primeiro dia após a eclosão (MACHADO, 1982), bem como evitar o canibalismo. As larvas foram transferidas individualmente para frascos de vidro de 20 mL, tampados com rolha de algodão hidrófilo e mantidos em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas), tomando-se o cuidado de identifica-las conforme o grupo de adultos. As larvas foram criadas nesses recipientes até a fase adulta, quando foi obtido adulto da 1ª geração (adultos G_{1DM} , adultos G_{1AK} e adultos G_{1DM+AK}). As larvas provenientes dos ovos das fêmeas G_{1DM} foram alimentadas com larvas de *D. melanogaster*, às larvas oriundas dos ovos das fêmeas G_{1AK} foram oferecidos ovos inviabilizados com ultravioleta e congelados de *A. kuehniella* e as larvas provenientes dos ovos das fêmeas G_{1DM+AK} alimentaram-se com ambas as dietas anteriores, portanto, mantendo a mesma dieta dos adultos que as originaram, os quais se constituíram nos adultos da segunda geração (G_{2DM} , G_{2AK} e G_{2DM+AK}).

3.4.2 Descrição do experimento de laboratório com a geração 1

Os adultos da geração 1 de *C. maculata* e *E. connexa* foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) do CIMP. Os adultos das joaninhas da geração 1 foram acondicionados em potes plásticos de 1 L com tampa perfurada, na proporção de seis adultos por pote (existindo pelo menos um casal), em vários potes não contabilizados.

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e 40 repetições de indivíduos para cada espécie de joaninha. Os tratamentos consistiram em três tipos de dieta artificial fornecidas *ad libitum*: 1) Larvas de *D. melanogaster* + água (Dieta 1), 2) ovos de *A. kuehniella* + água (Dieta 2) e 3) Larvas de *D. melanogaster* + ovos de *A. kuehniella* + água (Dieta 3), sendo ministradas aos adultos e às larvas das joaninhas em estudo, conforme o tratamento. A água foi fornecida por meio de algodão hidrófilo umedecido com água filtrada. Para evitar o condicionamento alimentar pré-imago, os adultos G_{1DM} e as larvas provenientes de ovos das fêmeas G_{1DM} receberam a dieta 1, e os adultos G_{1AK} e as larvas provenientes de ovos das fêmeas G_{1AK} receberam a dieta 2, enquanto os adultos G_{1DM+AK} e as larvas provenientes de ovos das fêmeas G_{1DM+AK} receberam a dieta 3. As diferentes fases de desenvolvimento dessas espécies de joaninhas (ovos, larvas, pré-pupas,

pupas e adultos) constituíram as repetições, sendo observados 40 indivíduos distintos em cada fase do seu desenvolvimento continuamente por tratamento. As fases imaturas (larva, pupa e pré-pupa) foram mantidas em frascos de vidro de 20 mL, tampados com rolha de algodão hidrófilo. Foram realizadas observações a cada 24 horas para obter os dados referentes aos aspectos biológicos de cada espécie de joaninha descritos a seguir.

3.4.2.1 Determinação dos caracteres biológicos da geração 1

3.4.2.1.1 Período de pré-oviposição

Após a formação de casais nos potes, observações diárias foram realizadas para determinar o período de pré-oviposição das fêmeas da geração 1 em cada tratamento. Esse período foi definido como o intervalo, em dias, da observação da cópula até o início da obtenção das posturas.

3.4.2.1.2 Fase de ovo

Nos três tratamentos, os ovos depositados pelas fêmeas da geração 1 no papel filtro foram facilmente retirados pelo corte do substrato contendo a postura (grupo de ovos), e quando as posturas foram realizadas em outros lugares, em contato com o pote plástico ou na tampa revestida com organza, procedia-se a remoção dos insetos adultos para outro pote no intuito de evitar a manipulação e contato como as respectivas posturas. Os ovos foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). Para cada espécie de joaninha foram coletadas todas as posturas (grupo de ovos) por pote diariamente até atingirmos 40 diferentes grupos de posturas por espécie estudada e os seguintes parâmetros foram avaliados:

- a) Número de ovos por postura;
- b) Viabilidade dos ovos: percentual de larvas eclodidas;
- c) Período embrionário: intervalo, em dias, entre a postura e a eclosão das larvas.

3.4.2.1.3 Fases de larva, pré-pupa e pupa

As larvas após dois dias da eclosão, originadas dos ovos das fêmeas da geração 1 foram individualizadas em tubos de vidro de 20 mL, tampados com rolha de algodão hidrófilo, onde permaneceram até a fase adulta. Estes indivíduos foram mantidos nas mesmas condições ambientais dos adultos. Para cada espécie de joaninha foram coletados e observados 40 indivíduos contínuos distintos em cada fase (larva, pré-pupa e adulto) e os seguintes parâmetros foram avaliados:

- a) Número de instares: obtidos por observação visual e presença de exúvias;
- b) Duração de cada instar: intervalo, em dias, entre cada ecdise;
- c) Duração da fase larval: intervalo, em dias, da eclosão até a fase de pré-pupa;
- d) Duração da fase pré-pupal: intervalo, em dias, entre a paralisação da alimentação da larva de último instar e a pupação;
- e) Duração da fase pupal: intervalo, em dias, entre a pupação e a emergência do adulto;
- f) Ciclo biológico: intervalo, em dias, entre a postura dos ovos e a emergência do adulto.

3.4.2.1.4 Fase adulta

Os adultos recém-emergidos da geração 2 originados das formas jovens (pupas) da geração 1 de cada tratamento foram deixados em jejum por 48 horas após sua emergência para determinação do peso vivo. Estes adultos foram pesados individualmente em balança eletrônica analítica, atingindo um total mínimo de 40 adultos por tratamento em cada espécie.

3.4.3 Descrição do experimento de laboratório com a geração 2

Esse experimento teve como objetivo avaliar se o condicionamento alimentar dos adultos da geração 1 influenciou no desenvolvimento da geração sucessora. Assim, com os ovos das fêmeas da geração 2 foi realizado um novo experimento para determinação das características biológicas da segunda geração em laboratório; a partir da fase de ovo até a obtenção dos adultos da geração 3. Os adultos e as larvas da geração 2 de ambas as espécies tiveram como fonte de alimento as mesmas dietas da geração 1 e foram mantidas em iguais condições experimentais a que foi submetida a geração 1. Após a fase de ovo da geração 2 ter sido concluída semelhante ao procedimento da geração 1, procedeu-se continuamente com as respectivas coletas e observações distintas dos 40 indivíduos contínuos distintos abordados para a geração 2 em cada fase de desenvolvimento por espécie. Igualmente a geração 1, os mesmos parâmetros biológicos foram determinados e avaliados para a geração 2.

3.5 Análise Estatística

Atendido as pressuposições de normalidade e homogeneidade da variância dos erros, os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância, seguida pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade para comparação entre as médias dos tratamentos, quando o teste de F não foi conclusivo. Essas análises foram realizadas com auxílio dos programas *Microsoft® Excel* e *SISVAR®* (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracteres Biológicos das Gerações 1 e 2 de *Eriopsis connexa*

Na primeira geração, o número médio dos ovos por postura apresentou médias bem próximas entre si, de tal forma que não apresentaram diferenças significativas conforme probabilidade apresentada ($P = 0,810$) (Tabela 1). Esses resultados sugerem que as três dietas avaliadas não promoveram nenhuma diferenciação quanto ao comportamento da ovogênese de *E. connexa*. As fêmeas de *E. connexa* alimentadas com as três dietas realizaram posturas em grupo em camada única e, raramente, de modo disperso, conforme o padrão para essa espécie.

Tabela 1. Parâmetros biológicos dos ovos de *Eriopsis connexa* da geração 1 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Número médio ovos/postura ²	Viabilidade média dos ovos (%) ²	Período embrionário ^{2,3}
Dieta 1 (DM)	14,62 a	42,75 b	3,07 a
Dieta 2 (AK)	15,67 a	62,22 a	3,30 a
Dieta 3 (DM+AK)	15,92 a	53,20 ab	3,07 a
Prob F Trat. ⁴	0,810 ns	0,048 *	0,197 ns
CV %	58,55	70,71	20,32

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³Período embrionário (em dias).

⁴ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

Valores relativamente superiores ao obtido no presente estudo foram obtidos por SILVA et al. (2010), que observaram 28,3 número de ovos/postura de *E. connexa* quando suas fêmeas alimentadas com ninfas de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), sendo este valor superior aos encontrados por GYENGE et al. (1998) sob três temperaturas constantes, de 20 ovos/postura a 15°C e 27°C e 19 ovos/postura a 19°C , quando a dieta foi ninfas de *Cinara atlantica* (Wilson) (pulgão-gigante-do-pinus) (Hemiptera: Aphididae); e por OLIVEIRA et al. (2004) de 19 ovos/postura, sendo que administraram dietas a base de pulgões de duas espécies (*Acyrtosiphon pisum* Harris e *S. graminum*). Todavia, esses autores utilizaram a presa natural dessa joaninha, o que pode ter influenciado os resultados. Diferentemente a viabilidade média dos ovos (número de larvas eclodidas), apresentou diferença significativa ($P = 4,8\%$). Neste caso, observou-se maior incremento quanto a viabilidade dos ovos para a dieta 2. Este fato pode ser um indício de que os ovos de *Anagasta kuehniella* contribuem de modo geral no ganho quanto à viabilidade dos ovos em comparação as demais dietas testadas no experimento.

No geral, o período embrionário (intervalo, em dias, entre a postura e a eclosão das larvas) não apresentou diferença significativa conforme probabilidade apresentada ($P = 0,197$) (Tabela 1). Fato corroborado de acordo com o período de incubação dos ovos da maioria das

joaninhas afidófagas, variarem geralmente entre 2 e 5 dias (IPERTI, 1999). SILVA et al. (2010) encontraram o período médio de incubação dos ovos de *E. connexa* de 3,0 dias sendo inferior ao obtido por OLIVEIRA et al. (2004) de 3,96 dias quando alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). Contudo no presente estudo, mediante as três dietas alternativas testadas, embora tenham apresentado valores menores quanto ao número médio de ovos/posturas; a viabilidade média dos ovos foi considerada satisfatória em termos de porcentagem de eclosão das larvas nas respectivas dietas testadas durante o experimento.

Na geração 2, o número médio dos ovos por postura apresentou médias bem próximas entre si, no entanto, não apresentaram diferenças significativas conforme probabilidade apresentada (Tabela 2). Neste caso, as diferentes dietas adotadas não promoveram nenhuma diferenciação quanto ao comportamento da ovogênese na espécie. A viabilidade média dos ovos (número de larvas eclodidas), não apresentou diferença significativa. Observou-se maior incremento quanto a viabilidade dos ovos para a dieta 2, conforme os dados apresentados embora as letras minúsculas na coluna serem iguais.

Tabela 2. Parâmetros biológicos dos ovos de *Eriopsis connexa* da geração 2 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Número médio ovos/postura ²	Viabilidade média dos ovos (%) ²	Período embrionário ^{2,3}
Dieta 1 (DM)	15,32 a	52,87 a	3,77 a
Dieta 2 (AK)	13,87 a	58,03 a	3,62 a
Dieta 3 (DM+AK)	14,77 a	49,76 a	3,57 a
Prob F Trat. ⁴	0,796 ns	0,860 ns	0,534 ns
CV %	62,41	84,17	19,26

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³Período embrionário (em dias).

⁴ns = não significativo a 5% pelo teste de Duncan.

SILVA et al. (2010) observaram a viabilidade dos ovos de *E. connexa*, alimentada com ninfas de *Schizaphis graminum* foi de 45,1% inferior à obtida por OLIVEIRA et al. (2004), quando alimentadas com *Cinara atlântica*, cuja média foi de 64,7%. A baixa viabilidade dos ovos de *E. connexa* com ninfas de *Schizaphis graminum* pode, também, ser devido a fatores nutricionais, pois as taxas de crescimento, sobrevivência larval e reprodução de Coccinellidae estão associadas com a qualidade da presa. O melhor desempenho de Coccinellidae com determinadas presas pode ser devido ao alto nível de proteína ou ao maior consumo das mesmas (OMKAR e SRIVASTAVA, 2003; ZHANG et al., 2007). No presente estudo observou-se na Tabela 2 maior porcentagem de viabilidade média para a dieta com ovos de *A. kuehniella* (Dieta 2), embora tenha observado maior número médio de ovos/postura na dieta com *D. melanogaster* (Dieta 1). Diferentemente ao comportamento com a dieta 3, onde apresentou o menor valor quanto a porcentagem da viabilidade média dos ovos

mesmo diante de uma quantidade significativa de oferta de alimento aos insetos terem sido maior; não influenciou em maiores ganhos quantitativos de viabilidade média dos ovos.

No geral, o período embrionário (intervalo, em dias, entre a postura e a eclosão das larvas) não apresentou diferença significativa. Embora outros autores tenham observado período de incubação dos ovos da maioria das joaninhas afidófagas, variarem geralmente entre 2 e 5 dias (IPERTI, 1999).

Na geração 1, a D1G1 (duração média em dias do 1º instar na geração 1) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$) (Tabela 3). Observou-se pequena diferença entre as médias das dietas, sendo que a dieta 1 promoveu maior período quanto a duração do 1º instar (4,85 a) quando comparadas com as demais dietas. Este fato pode ter ocorrido devido maior necessidade dos insetos quanto adaptação na introdução da dieta alternativa no período experimental. Em D2G1 (duração média em dias do 2º instar na geração 1), não apresentou diferença significativa conforme probabilidade apresentada ($P = 0,796$). Observou-se determinada padronização na média dos valores apresentados em todas as dietas testadas, conferindo que ambas não interferiram de forma significativa no desenvolvimento dos insetos neste instar em questão. Em D3G1 (duração média em dias do 3º instar na geração 1), apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se que a dieta 2 promoveu pequeno acréscimo na duração média do 3º instar (3,25 a) quando comparadas com as demais dietas. No entanto as dieta 1 e 3 praticamente tiveram as respectivas médias semelhantes. Em D4G1 (duração média em dias do 4º instar na geração 1), apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se novamente que a dieta 2 promoveu maior acréscimo na duração média do 4º instar (4,15 a) quando comparadas com as demais dietas. Em destaque a dieta 3 promoveu menor período na duração média do 4º instar (2,70 c).

SILVA et al. (2009), testando dietas alternativas com ovos de *Anagasta kuehniella* para *Eriopis conexa*, encontraram como resposta efeito não significativo na dieta sobre a duração média do 1º e 2º instar larval. Entretanto entre o 3º e o 4º instar, constatou-se diferença significativa. OLIVEIRA et al. (2004) alimentando *E. connexa* com *Cinara atlantica* obtiveram uma duração para o 1º, 2º, 3º e 4º instar de 3,1; 2,2; 2,5 e 3,0 dias, respectivamente.

Em PPG1 (duração média em dias do período pré-pupal na geração 1), apresentou diferença significativa apresentando probabilidade ($P = 0,045$). No entanto apesar das médias terem diferenciado significativamente, os valores médios não se diferenciaram tanto entre si em ambos os tratamentos analisados. Contudo, as diferentes dietas testadas no experimento praticamente não interferiram no estágio pré-pupal das joaninhas avaliados, nos permitindo concluir que todas as dietas contribuíram de forma semelhante no desenvolvimento dos insetos. SILVA et al. (2009) não encontraram grande diferença significativa na duração da fase de pré-pupa, onde os valores médios variaram entre 1 e 1,2 dias.

Em DLG1 (duração média em dias do período larval na geração 1), apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se menor duração média em dias do período larval na dieta 3 (12,47 a), de modo, que a dieta 3 de certa forma promoveu maior incremento na aceleração do desenvolvimento dos insetos quando comparadas com as demais dietas. OLIVEIRA et al. (2004) encontraram uma duração de 10,82 dias para fase larval, quando estudaram a mesma espécie de coccinélido alimentada com o pulgão *Cinara atlantica*, sendo este o valor próximo encontrado por (SILVA et al., 2009), quando a larva do predador foi alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda*.

Tabela 3. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 1 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 2 de *Eriopis connexa* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	D1G1 ^{1,2}	D2G1 ^{1,2}	D3G1 ^{1,2}	D4G1 ^{1,2}	PPG1 ^{1,2}	DLG1 ^{1,2}	DPG1 ^{1,2}	CBG1 ^{1,2}	PAG2 ^{1,2}
Dieta 1 (DM)	4,85 a	2,67 a	2,42 b	3,32 b	1,07 a	14,35 a	4,02 a	21,45 a	8,15 c
Dieta 2 (AK)	3,07 c	2,67 a	3,25 a	4,15 a	1,00 b	14,15 a	3,95 a	21,40 a	8,92 b
Dieta 3 (DM+AK)	3,80 b	2,82 a	2,15 b	2,70 c	1,00 b	12,47 b	3,97 a	19,50 b	12,27 a
Média geral dietas	3,90	2,72	2,60	3,39	1,02	13,65	3,98	20,78	9,78
Prob F Trat. ³	0,000 *	0,796 ns	0,000 *	0,000 *	0,045 *	0,000 *	0,813 ns	0,000 *	0,000 *
CV %	30,50	39,75	26,61	33,19	15,02	9,57	12,68	7,11	16,63

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; D1G1, D2G1, D3G1, D4G1 = Duração 1°, 2°, 3° e 4° instar; PPG1 = Duração período pré-pupal; DLG1 = Duração período larval; DPG1 = Duração período pupal; CBG1 = Duração do ciclo biológico (ovo/adulto); PAG2 = Pesagem final adultos (mg) *Eriopis connexa* da geração 2.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

A DPG1 (duração média em dias do período pupal na geração 1), não apresentou diferença significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,813$). Observou-se que a duração média em dias do período pupal em ambas as dietas testadas praticamente não variaram muito entre si, confirmando a possibilidade de que ambas as fontes de alimentos testadas não interferiram no estágio de desenvolvimento dos insetos analisados.

SILVA et al. (2009) encontraram diferenças significativas na duração da fase de pupa. Portanto, o tipo de alimento ingerido pelas larvas, especialmente em termos de qualidade afetou a duração da fase pupal. No entanto, não afetou a viabilidade dessa fase e os valores (81,25 a 95,82%) encontrados, foram semelhantes aos encontrados por OLIVEIRA et al. (2004). Diferentemente do presente trabalho em questão, os três tipos de dietas alternativas oferecidas aos insetos não interferiram no desenvolvimento pupal de *E. connexa* na 1ª geração.

A CBG1 (duração média em dias do ciclo biológico na geração 1) apresentou diferença altamente significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,000$). Observou-se que a dieta 3 promoveu menor duração média em dias do ciclo biológico, de modo, podemos concluir que a dieta 3 seria a mais indicada para o fornecimento dos insetos quando for almejado aceleração no desenvolvimento dos mesmos.

Ao emergirem, os adultos permaneciam imóveis juntos a exúvia até adquirirem coloração normal. Logo após a emergência, apresentavam coloração clara. Com o passar do tempo, esta coloração ia escurecendo tornando-se negra, com manchas brancas e alaranjadas. SILVA et al. (2009) verificaram que a duração da fase de larva a adulto apresentou diferenças variando entre 15,8 e 18,44 dias. Diferentemente ao presente estudo a duração da fase de larva a adulto variou entre 19,50 e 21,45 dias, onde este fato possa nos indicar uma maior necessidade dos insetos quanto à adaptação às dietas alternativas oferecidas, visto que, de início possa ser considerado fator negativo pelo aumento do ciclo biológico dos insetos.

A PAG2 (pesagem final dos adultos *Eriopsis connexa* em miligramas da geração 2), apresentou diferença altamente significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,000$). Observou-se determinada diferença significativa nas pesagens dos insetos conforme a dieta fornecida. E a dieta 3, promoveu maior incremento em massa final nos insetos nascidos na respectiva geração alcançada. Este pode ser um indício do maior benefício quanto ao fornecimento da dieta 3 em termos de ganho nutricional e no qual obtivemos como resposta num maior incremento em ganho de massa corpórea. SILVA et al. (2009) verificaram que o alimento ingerido exerceu influência no peso dos adultos. As fêmeas de um modo geral apresentaram-se mais robustas do que os machos, cujos valores médios foram de 7,5 mg para machos e 10,95 mg para fêmeas nos tratamentos que foram fornecidos ovos de *Anagasta kuehniella*. No presente trabalho, embora não tenha sido feito nenhum trabalho aprofundado de sexagem nos insetos de um modo geral; podemos observar que ambas as dietas alternativas oferecidas proporcionaram de certa forma ganhos positivos em termos nutricionais e de massa corpórea aos insetos analisados, onde este massa variou em média de 8,15 e 12,27 miligramas. Sendo que a dieta 3 promoveu maior incremento em ganhos de massa corpórea (12,27 mg), este pode ser um fato consumado pelo aumento em disponibilidade de alimento ofertado ou simplesmente o conjunto da soma de larvas de *D. melanogaster* + ovos de *A. kuehniella* possa ter contribuído significativamente para a melhoria na performance de ganho de massa aos insetos avaliados durante o experimento.

Na segunda geração, a DIG2 (duração média em dias do 1º instar na geração 2), apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$) (Tabela 4). Observou-se diferença entre as médias das dietas, sendo que a dieta 1 promoveu maior período quanto a duração do 1º instar (4,32 a) quando comparadas com as demais dietas. Este fato pode ter ocorrido devido maior necessidade dos insetos quanto adaptação na introdução da dieta alternativa no período experimental.

Tabela 4. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 2 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 3 de *Eriopis connexa* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	D1G2 ^{1,2}	D2G2 ^{1,2}	D3G2 ^{1,2}	D4G2 ^{1,2}	PPG2 ^{1,2}	DLG2 ^{1,2}	DPG2 ^{1,2}	CBG2 ^{1,2}	PAG3 ^{1,2}
Dieta 1 (DM)	4,32 a	2,87 a	2,27 b	3,60 b	1,05 a	14,12 b	4,10 a	22,00 b	9,47 b
Dieta 2 (AK)	3,87 a	2,70 a	4,37 a	6,80 a	1,10 a	18,82 a	3,95 a	26,42 a	8,75 b
Dieta 3 (DM+AK)	2,97 b	2,57 a	2,07 b	3,15 b	1,05 a	11,82 c	3,95 a	19,35 c	11,85 a
Média geral dietas	3,72	2,71	2,90	4,51	1,06	14,92	4,00	22,59	10,02
Prob F Trat. ³	0,000 *	0,565 ns	0,000 *	0,000 *	0,654 ns	0,000 *	0,502 ns	0,000 *	0,000 *
CV %	40,79	40,05	50,27	54,35	23,57	23,81	13,75	17,17	18,86

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; D1G1, D2G1, D3G1, D4G1 = Duração 1°, 2°, 3° e 4° instar; PPG1 = Duração período pré-pupal; DLG1 = Duração período larval; DPG1 = Duração período pupal; CBG1 = Duração do ciclo biológico (ovo/adulto); PAG2 = Pesagem final adultos (mg) *Eriopis connexa* da geração 3.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

A D2G2 (duração média em dias do 2º instar na geração 2) não apresentou diferença significativa conforme probabilidade apresentada ($P = 0,565$). Observou-se determinada padronização na média dos valores apresentados em todas as dietas testadas, conferindo que ambas não interferiram no desenvolvimento dos insetos neste instar em questão. A D3G2 (duração média em dias do 3º instar na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se que a dieta 2 promoveu acréscimo na duração média do 3º instar (4,37 a) quando comparadas com as demais dietas. No entanto as dieta 1 e 3 praticamente tiveram as respectivas médias semelhantes. Em D4G2 (duração média em dias do 4º instar na geração 2), apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se novamente que a dieta 2 promoveu maior acréscimo na duração média do 4º instar (6,80 a) quando comparadas com as demais dietas. Em destaque a dieta 3 promoveu menor período na duração média do 4º instar (3,15 b).

A PPG2 (duração média em dias do período pré-pupal na geração 2) não apresentou diferença significativa apresentando probabilidade ($P = 0,654$). Os valores médios não se diferenciaram tanto entre si em ambos os tratamentos analisados. Contudo, as diferentes dietas testadas no experimento praticamente não interferiram no estágio pré-pupal das joaninhas avaliados, nos propondo concluir que todas as dietas contribuíram de forma semelhante no desenvolvimento dos insetos.

A DLG2 (duração média em dias do período larval na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se menor duração média em dias do período larval na dieta 3 (11,82 c), de modo, que a dieta 3 de certa forma promoveu maior incremento na aceleração do desenvolvimento dos insetos quando comparadas com as demais dietas. LIXA et al. (2009) estudando a geração 2 da espécie *E. connexa* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* encontrou a duração média (em dias) larval em torno de 9,6 dias. Entretanto, no presente foram fornecidas ovos de *A. kuehniella* (Dieta 2), e encontrou uma duração média (em dias) larval em torno de 18,82 dias. Este pode ser um indício determinada dificuldade assimilação a dieta para a 2ª geração de *E. connexa* no experimento em questão.

A DPG2 (duração média em dias do período pupal na geração 2) não apresentou diferença significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,502$). Observou-se que a duração média em dias do período pupal em ambas as dietas testadas praticamente não variaram muito entre si, confirmando a possibilidade de que ambas as fontes de alimentos testadas não interferiram no estágio de desenvolvimento dos insetos analisados.

A CBG2 (duração média em dias do ciclo biológico na geração 2) apresentou diferença altamente significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,000$). Observou-se que a dieta 3 promoveu menor duração média em dias do ciclo biológico, de modo, podemos concluir que a dieta 3 seria a mais indicada para o fornecimento dos insetos quando for almejado aceleração no desenvolvimento dos mesmos. LIXA et al. (2009) também encontraram diferença significativa para a geração 2 de *E. connexa*, sendo que o ciclo biológico da mesma desenvolveu mais rápido do que da espécie *Coleomegilla maculata* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*.

A PAG3 (pesagem final dos adultos *E. connexa* em miligramas da geração 3), apresentou diferença altamente significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,000$). Observou-se diferença nas pesagens dos insetos conforme a dieta fornecida. E a dieta 3, promoveu maior incremento em massa final nos insetos nascidos na respectiva geração alcançada. Este pode ser um indício do maior benefício quanto ao fornecido da dieta 3 em termos de ganho nutricional e no qual obtivemos como resposta incremento em ganho de massa corpórea. LIXA et al. (2009) encontraram para os adultos da geração 3 de *Eriopsis connexa* alimentados com ovos de *A. kuehniella*, peso vivo corpóreo em torno de 9,05 mg. No

presente estudo observou que os insetos que foram alimentos com o somatório das dietas larvas de *D. melanogaster* + Ovos de *A. kuehniella* (Dieta 3) apresentou massa média em torno de 11,85 mg; sendo a mistura das dietas considerada mais eficaz ao nascimento de insetos com aspectos mais vigorosos.

4.2 Caracteres Biológicos das Gerações 1 e 2 de *Coleomegilla maculata*

O número médio de ovos/postura apresentou diferença significativa conforme probabilidade apresentada ($P = 0,016$) (Tabela 5). Observou-se incremento quanto ao número de ovos/postura na dieta 3. Fato corroborado pelo maior ganho nutricional que a dieta ofereceu e conseqüentemente promoveu melhor ovogênese na espécie. Certas espécies de joaninhas somente apresentam ovogênese quando há disponibilidade de sua presa preferencial, a qual assim pode manter sua produção de ovos, e ainda, que algumas espécies de pulgões não permitem a conclusão da diferenciação ovariana por serem tóxicos (HAGEN, 1962; HODEK, 1973; IPERTI, 1999).

Tabela 5. Parâmetros biológicos dos ovos de *Coleomegilla maculata* da geração 1 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Número médio ovos/postura ²	Viabilidade média dos ovos (%) ²	Período embrionário ^{2,3}
Dieta 1 (DM)	13,30 ab	56,54 b	3,05 b
Dieta 2 (AK)	11,17 b	15,84 c	3,80 a
Dieta 3 (DM+AK)	16,47 a	63,57 a	2,82 c
Prob F Trat. ⁴	0,016 *	0,000 *	0,000 *
CV %	59,94	90,68	12,18

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³Período embrionário (em dias);

⁴* = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

Podemos observar de acordo com a Tabela 5 que a viabilidade média dos ovos apresentou diferença altamente significativa apresentando ($P = 0,000$) e CV% 90,68, sendo este coeficiente de variação considerado alto, porém, como neste caso estamos trabalhando com insetos, se aceita a hipótese da ocorrência do índice CV% ter-se apresentado alto, sem que possa diminuir a confiabilidade do experimento. Contudo, a dieta 3 apresentou a maior porcentagem de viabilidade média dos ovos (63,57 %), quando comparadas com as demais dietas, sendo que a dieta 2, referente ao tratamento com ovos de *Anagasta kuehniella* apresentou a menor viabilidade dos ovos (15,84 %). LIXA et al (2009) avaliando os parâmetros biológicos de *C. maculata* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, encontrou uma viabilidade média dos ovos em torno de (22,7%) e número médio de ovos/postura igual a (7,9). No presente trabalho, testando dietas alternativas, a porcentagem de viabilidade média dos ovos analisados de um modo geral foi considerada satisfatória em termos de eclosão das larvas de *C. maculata* para a 1ª geração em ambos os tratamentos. Observamos que ocorreu diferença altamente significativa no período embrionário apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Entretanto, a dieta 3 promoveu menor período embrionário em dias (2,82) quando

comparadas com as demais dietas. No geral os períodos embrionários de *C. maculata* para ambas as dietas fornecidas, estão de acordo com o período de incubação dos ovos proposto para a maioria das joaninhas afidófagas, que varia entre 2 e 5 dias (IPERTI, 1999). Observamos de acordo com Tabela 5 que o período embrionário praticamente girou em torno de 3 dias de um modo geral, possibilitando comportamentos bem semelhantes de período embrionários para as dietas alternativas testadas.

O número médio de ovos/postura apresentou diferença significativa apresentando probabilidade ($P = 0,009$) (Tabela 6). Contudo na geração 2 a dieta 3 apresentou incremento quanto a quantidade do número médio de ovos/postura (15,62) quando comparada com as demais dietas. Este mesmo comportamento ocorreu também na geração 1 da espécie de joaninha em questão.

Tabela 6. Parâmetros biológicos dos ovos de *Coleomegilla maculata* da geração 2 alimentada com três tipos de dietas alternativas em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Número médio ovos/postura ²	Viabilidade média dos ovos (%) ²	Período embrionário ^{2,3}
Dieta 1 (DM)	10,00 b	42,00 c	4,60 a
Dieta 2 (AK)	11,85 b	58,65 b	3,30 c
Dieta 3 (DM+AK)	15,62 a	72,15 a	3,80 b
Prob F Trat. ⁴	0,009 *	0,000 *	0,000 *
CV %	65,96	79,94	19,31

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³Período embrionário (em dias); * = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

LIXA et al (2009), estudando os parâmetros biológicos dos ovos da geração 2 de *C. maculata* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, encontraram um número médio de ovos/postura de 14,3. Observou-se comportamento bem semelhante quanto ao número médio de ovos/postura em ambas as dietas alternativas testadas, sendo que apresentou um coeficiente de variação alto, porém, quando estamos avaliando biologia de insetos, geralmente pode ocorrer CV% alto, sem que possa diminuir a confiabilidade do trabalho.

Em relação à viabilidade média dos ovos, podemos observar que apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Novamente a viabilidade média dos ovos apresentou incremento para a dieta 3 na geração 2, do mesmo modo consecutivamente a geração 1. O ganho quanto a viabilidade na dieta 3 (72,15%) foi considerado significativo quando comparado com as demais dietas, pressupondo que a dieta promoveu maior contribuição nutricional aos insetos e por conseqüência melhor contribuição com a ovogênese de modo geral. Com este resultado, provavelmente os insetos desta nova geração em laboratório (geração 2) possam ter passado por algum período de melhor adaptação, tornando mais susceptível as condições de criação em laboratório e com conseqüência desta alteração positiva puderam melhor contribuir com o aumento na proporção da viabilidade média dos ovos na dieta 3. LIXA et al (2009) estudando os parâmetros biológicos dos ovos da geração 2 de *C. maculata* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, encontrou (50,7%) na viabilidade média dos ovos. No presente estudo, de forma geral a viabilidade média dos ovos em ambas as dietas alternativas testadas foram

consideradas satisfatórias em termos de eclosão das larvas de *C. maculata* para a 2ª geração. No quesito período embrionário podemos observar que houve diferença significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Neste caso em especial a dieta 2 promoveu menor período embrionário quando comparadas com as demais dietas em questão. Entretanto na dieta 1 ocorreu aumento em dias no período embrionário (4,60) para a geração 2, diferentemente da geração 1 anterior apresentou (3,05) dias de período embrionário.

Diferenças altamente significativas foram encontradas no 1º, 2º, 3º e 4º instar larval de *C. maculata* na geração 1, determinadas pela duração média em dias nestas fases de desenvolvimento das joaninhas (D1G1, D2G1, D3G1 e D4G1, respectivamente) (Tabela 7). Podemos observar determinado acréscimo na duração média em dias para as dietas 1 e 2 consecutivamente, onde de certa forma apresentaram maiores índices neste quesito em questão. SILVA et al. (2009) encontraram diferenças significativas para a duração do 2º e 4º instar. A duração média, em dias do 1º, 2º e 3º instar, aproximou-se dos valores encontrados por KATO (1996) quando alimentou este mesmo coccinelídeo com ovos de *A. kuehniella*, que foi de 3,19; 2,30 e 2,81 dias para o 1º, 2º e 3º instar, respectivamente. No presente estudo, observou-se que a dieta 3 promoveu melhor adaptação quanto ao consumo por si só e pode ser observado pelo ganho e incremento na aceleração da fase larval das joaninhas de forma significativa que foi de 2,90; 2,25; 3,22 e 1,77 dias para o 1º, 2º, 3º e 4º instar respectivamente quando comparadas com outras dietas.

A PPG1 (duração período pré-pupal na geração 1) não apresentou diferença significativa de acordo com a probabilidade ($P = 0,364$). Este fato pode ser um primeiro indício de que as dietas não interferiram no desenvolvimento pré-pupal das joaninhas. SILVA et al. (2009) observaram a fase de pré-pupa de forma bem caracterizada, quando a larva parou de se alimentar. A duração da fase de pré-pupal não apresentou diferença e foi semelhante aos valores encontrados por KATO (1996) oferecendo como presa ovos de *A. kuehniella*, *Schizaphis graminum* e *Brachycaudus schwatzi*, que foram de 0,94; 1,22 e 1,0 dias, respectivamente. No presente estudo, ambas as dietas alternativas não interferiram de modo negativo ao período de desenvolvimento da fase pré-pupal de *C. maculata*, conferindo à hipótese de ambas as fontes de alimentos contribuíram significativamente com o processo de desenvolvimento das joaninhas que variou em torno de um dia.

A DLG1 (duração do período larval na geração 1) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). SILVA et al. (2009) não constataram diferença significativa para duração da fase larval. Observou-se menor período na duração larval média em dias para a dieta 3 (11,15). Diferentemente das dietas 1 e 2 apresentaram período de duração média em dias (17,57 e 16,52) respectivamente e maiores quando comparadas com a dieta 3. Esta observação pode ter se dado pelo fato da dieta 3 ter promovido maior ganho em suplementação nutricional, promovendo de forma positiva a aceleração do processo larval, e quando estamos diante da busca em dias mais rápida para a criação aumentativa; este tratamento estaria contribuindo de forma significativa.

A DPG1 (duração média em dias do período pupal na geração 1) não apresentou diferença significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,717$). Este fato pode ter se dado diante da melhor adaptação dos insetos frente às diferentes dietas fornecidas, de modo, que ambas não afetaram a duração média em dias do período pupal das joaninhas afidófagas. SILVA et al. (2009) observaram que a duração da fase de pupa apresentou diferença significativa e aproximou-se dos valores encontrados por KATO (1996) quando o alimento foram ovos de *A. kuehniella* e *Schizaphis graminum* (3,68 e 3,83 dias) e superior quando utilizou-se *Brachycaudus schwatzi* (4,0 dias). No entanto, no presente estudo podemos observar que ambas as dietas alternativas testadas contribuíram de forma semelhante quanto à duração em dias do período pupal que variou em torno de 3,6 a 3,7 dias para ambos os tratamentos.

Tabela 7. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 1 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 2 de *Coleomegilla maculata* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	D1G1 ^{1,2}	D2G1 ^{1,2}	D3G1 ^{1,2}	D4G1 ^{1,2}	PPG1 ^{1,2}	DLG1 ^{1,2}	DPG1 ^{1,2}	CBG1 ^{1,2}	PAG2 ^{1,2}
Dieta 1 (DM)	4,57 a	3,45 a	4,00 ab	4,32 b	1,05 a	17,57 a	3,60 a	24,10 a	10,75 b
Dieta 2 (AK)	2,90 b	2,77 b	4,47 a	5,35 a	1,02 a	16,52 a	3,70 a	24,02 a	11,17 b
Dieta 3 (DM+AK)	2,90 b	2,25 c	3,22 b	1,77 c	1,00 a	11,15 b	3,60 a	17,72 b	14,12 a
Média geral dietas	3,45	2,82	3,90	3,81	1,02	15,08	3,63	21,95	12,01
Prob F Trat. ³	0,000 *	0,000 *	0,013 *	0,000 *	0,364 ns	0,000 *	0,717 ns	0,000 *	0,000 *
CV %	24,64	39,86	48,28	46,14	15,29	18,27	16,01	13,20	19,60

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; D1G1, D2G1, D3G1, D4G1 = Duração 1°, 2°, 3° e 4° instar; PPG1 = Duração período pré-pupal; DLG1 = Duração período larval; DPG1 = Duração período pupal; CBG1 = Duração do ciclo biológico (ovo/adulto); PAG2 = Pesagem final adultos (mg) *Eriopis connexa* da geração 2.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

A CBG1 (duração do ciclo biológico ovo/adulto na geração 1) apresentou diferença altamente significativa de acordo com a probabilidade apresentada ($P = 0,000$). Observou-se uma duração média semelhante para os tratamentos referentes às dietas 1 e 2, onde o ciclo biológico apresentaram valores 24,10 e 24,02 dias respectivamente. Este pode ser um primeiro indício de que as larvas de *D. melanogaster* oferecidas na dieta 1 proporcionarão em termos nutricionais a mesma quantia necessária ao desenvolvimento satisfatório das joaninhas quando comparadas a dieta 2 no qual foi oferecido ovos de *A. kuehniella*, sendo assim, pode-se sugerir o fornecimento da dieta 1 quando almejamos redução dos custos de criação massal em laboratório. No entanto, a dieta 3 apresentou o menor período em dias de ciclo biológico quando comparadas com as demais dietas, sendo uma segunda alternativa de proposta de dieta alternativa quando houver a necessidade de aceleração do processo de criação massal das joaninhas afidófagas. A duração da fase de larva a adulto apresentou diferença e aproximou do valor obtido por KATO (1996) alimentando *C. maculata* com ovos de *A. kuehniella* que foi de 17,09 dias. Contudo, no presente trabalho podemos observar melhor adaptação dos insetos para a dieta 3, onde de certa forma foi oferecido uma maior quantidade de alimento, porém, em termos de redução do período do ciclo biológico apresentou-se menor quando comparados com as outras dietas alternativas testadas no experimento.

A PAG2 (pesagem final adultos em mg da geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se maior ganho de massa corpórea nos insetos quando foram alimentados com a dieta 3 (14,12 mg), provavelmente o maior ganho em massa corpórea para os insetos tratados com a dieta 3 obtiveram melhor contribuição em termos nutricionais, ocasionando melhor incremento em acúmulo de massa corpórea aos insetos para este tratamento. E as demais dietas tiveram um ganho de massa corpórea inferior, porém, não afetou a continuidade do desenvolvimento dos insetos para a geração seguinte.

No 1º, 2º, 3º e 4º instar larval de *C. maculata* na geração 2 (D1G2, D2G2, D3G2 e D4G2, respectivamente) foram encontradas diferenças altamente significativas (Tabela 8), quanto a duração média em dias nestas fases de desenvolvimento das joaninhas. LIXA et al. (2009) encontraram diferença significativa para *C. maculata* apenas para o 2º e 4 instar alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella*. No entanto, no presente estudo os tratamentos aos quais foram fornecidas as dietas 2 e 3, apresentaram uma duração média larval bem semelhantes entre elas, diferentemente ao comportamento do tratamento com a dieta 1 que apresentou maior período larval para as joaninhas desta geração analisada.

A PPG2 (duração média em dias do período pré-pupal na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Em termos gerais as dietas não interferiram no período pré-pupal, de modo, que o mesmo possa ter sido alterado significativamente.

A DLG2 (duração média do período larval na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se determinada discrepância nas respectivas durações médias larvais dos tratamentos. A dieta 1 promoveu maior período médio na duração larval (21,12 dias), onde provavelmente ocorreu maior necessidade de consumo alimentar da dieta em questão ao suprimento das necessidades metabólicas durante o desenvolvimento dos insetos. E de fato, a dieta 3 se destacou por apresentar menor período médio em dias na duração larval da espécie de joaninhas em questão. LIXA et al. (2009), estudando a geração 2 de *C. maculata* alimentadas com ovos de *A. kuehniella* no decorrer de sua pesquisa, encontraram uma duração do período larval numa média de 10,5 dias. Contudo no presente estudo, a dieta 3 embora tenha sido ofertado maior quantidade diária de alimento aos insetos, promoveram de forma benéfica a aceleração do estágio larval das joaninhas avaliadas nesta geração que girou em torno de 12,0 dias.

Tabela 8. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento, ciclo biológico da geração 2 e pesagem final dos adultos (mg) da geração 3 de *Coleomegilla maculata* alimentada com três dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	D1G2 ^{1,2}	D2G2 ^{1,2}	D3G2 ^{1,2}	D4G2 ^{1,2}	PPG2 ^{1,2}	DLG2 ^{1,2}	DPG2 ^{1,2}	CBG2 ^{1,2}	PAG3 ^{1,2}
Dieta 1 (DM)	6,32 a	4,10 a	3,85 a	5,57 a	1,27 a	21,12 a	5,35 a	31,07 a	10,32 b
Dieta 2 (AK)	3,10 b	2,62 b	3,27 b	4,90 b	1,07 b	14,97 b	3,62 c	21,90 b	10,97 b
Dieta 3 (DM+AK)	3,07 b	2,32 b	2,30 c	3,30 c	1,00 b	12,00 c	4,02 b	19,82 c	13,40 a
Média geral dietas	4,16	3,01	3,14	4,59	1,11	16,03	4,33	24,26	11,56
Prob F Trat. ³	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *	0,000 *
CV %	23,18	28,04	22,30	30,91	27,14	11,14	14,69	7,34	18,28

¹Dieta 1 (DM) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + água; Dieta 2 (AK) = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; Dieta 3 (DM+AK) = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados + água; D1G1, D2G1, D3G1, D4G1 = Duração 1°, 2°, 3° e 4° instar; PPG1 = Duração período pré-pupal; DLG1 = Duração período larval; DPG1 = Duração período pupal; CBG1 = Duração do ciclo biológico (ovo/adulto); PAG2 = Pesagem final adultos (mg) *Eriopis connexa* da geração 3.

²Médias seguidas de mesma minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

³* = significativo a 5% pelo teste de Duncan.

A DPG2 (duração média do período pupal na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se uma duração média do período pupal maior nos insetos que foram alimentados com a dieta 1 (5,35 dias), porém, este fato supostamente não deve ser imposto como um fator negativo, o que deve ter se dado apenas por uma questão de diminuição metabólica e conseqüentemente ocasionou maior duração pupal. No entanto para as demais dietas alternativas avaliadas, tiveram em média uma duração pupal em dias semelhante.

A CBG2 (duração média do ciclo biológico na geração 2) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observaram-se determinada discrepância no período em dias do ciclo biológico para ambas as dietas fornecidas. Sendo que a dieta 1 promoveu maior período quanto ao ciclo biológico (31,07 dias), na geração 2 quando comparada com a geração 1 apresentou uma redução em torno de (24,10 dias). Em termos de contribuição, a dieta 3 promoveu menor período de duração do ciclo biológico (19,82 dias).

A PAG3 (pesagem final dos adultos em mg na geração 3) apresentou diferença altamente significativa apresentando probabilidade ($P = 0,000$). Observou-se maior ganho corpóreo nos insetos aos quais foram alimentados com a dieta 3 (13,40 mg). Diferentemente as dietas 1 e 2 praticamente tiveram o mesmo ganho em massa corpórea (10,32 e 10,97 mg) respectivamente. Este fato nos conduz a afirmar que a dieta 1 e 2 praticamente se comportaram de forma semelhante em ganhos nutricionais, e assim, pode-se considerar um fator positivo quando buscamos provar a eficiência quanto ao fornecimento de *Drosophila melanogaster* na redução dos custos de laboratório.

Em virtude dos resultados obtidos e considerando o custo das dietas 1 e 2, podemos recomendar a substituição dos ovos inviabilizados de *A. kuehniella* pelas larvas vivas de *D. melanogaster*, no intuito promoverem a redução dos custos de produção dessas presas alternativas no laboratório.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos sobre os parâmetros biológicos estudados nas gerações 1 e 2 de duas espécies de joaninhas afidófagas (*Eriopis connexa* e *Coleomegilla maculata*) em condições de laboratórios usando três dietas alternativas: Larvas vivas de *Drosophila melanogaster* + água (Dieta 1), ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* + água (Dieta 2) e larvas vivas de *D. melanogaster* + ovos inviabilizados de *A. kuehniella* + água (Dieta 3), conclui-se:

1 – As três dietas influenciam igualmente os parâmetros biológicos dos ovos das duas espécies de joaninhas nas gerações 1 e 2.

2 – As três dietas influenciam igualmente o ciclo biológico e o peso final dos insetos adultos das gerações 1 e 2 de *E. connexa*.

3 – As dietas 1 e 2 influenciam igualmente o ciclo biológico e o peso final dos insetos adultos da geração 1 de *C. maculata*, mas a dieta 3 acelerou significativamente o ciclo e os adultos obtidos (geração 2) foram mais pesados. Na geração 2, o ciclo biológico foi mais lento com a dieta 1, sendo aumentado com a dieta 2 e obteve um ciclo mais rápido com a dieta 3, e o peso dos adultos obtidos (geração 3) foi igual para as dietas 1 e 2, mas significativamente superior com a dieta 3.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-SALAM, A.H. Biological and life table studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) reared on the factitious prey, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.3, p.580-585, 2000.
- AGARWALA, B.K.; DIXON, A.F.G. Laboratory study of cannibalism and interspecific predation in ladybirds. **Ecological Entomology**, v.17, p.303-309, 1992.
- AGUIAR-MENEZES, E.L. **Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas. Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2003, 44p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 164).
- AGUIAR-MENEZES, E.L. **Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Campo & Negócios**, v.4, n. 42, p.66-67, 2006.
- ALMEIDA, M.F.; BARROS, R.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; FREITAS, S.; PAZ, R.C.; BARBOSA, M.A. Aspectos biológicos e taxa de predação de *Coleomegilla maculata* (Deeger) (Coleoptera: Coccinellidae) predando ovos e larvas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., Recife, 2006. **Resumos...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006 (CD-ROM).
- AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. Agroecologia, princípio e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2005. 517p.
- ATTALLAH, Y.H.; NEWSON, L.D. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculate* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. **Journal of Economic Entomology**, v.59, p.1173-1179, 1966.
- CORREIA, A.C.B.; BERTI FILHO, E. Aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* (Mader, 1950) (Coleoptera: Coccinellidae) predador de psilídeos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, n. 2, p.333-345, 1988.
- CORREIA, A.C.B. **Morfologia e aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* Mader, 1950 (Coleoptera: Coccinellidae)**. 54p. 1986. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- CORREIA, A.C.B.; BERTI FILHO, E. Aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* (Mader, 1950) (Coleoptera: Coccinellidae) predador de psilídeos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.333-345, 1988.
- COSTA LIMA, A.M. Família Coccinellidae. In: COSTA LIMA, A.M. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 8º Tomo, Capítulo 77- Coleópteros, 2ª Parte, 1953. p. 283-303. (Série Didática nº 10).
- DE CLERCQ, P.; BONTE, M.; VAN SPEYBROECK, K.; BOLCKMANS, K.; DEFORCE K. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) 11 on

eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. **Pest Management Science**, v.61, p.1129-1132, 2005.

DONG, H.; ELLINGTON, J.J.; REMMENGA, M.D. An artificial diet for the lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). **Southwestern Entomologist**, v.26, p.205-213, 2001.

EVANS, E.W. Searching and reproductive behaviour of female aphidophagous lady birds (Coleoptera: Coccinellidae): a review. **European Journal of Entomology**, v.100, p.1-10, 2003.

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

FLANDERS, S.E. *Coccidophilus citricola* Brèthes, a predator enemy of red and purple scales. **Journal of Economic Entomology**, v.29, p.1023- 1024, 1936.

FREITAS, S.P.; EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) with salt and amino acids solutions supplementary diet. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.49, p.449-455, 2006.

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.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2^ab edição. Porto Alegre: Universidade, UFRGS, 2001. 653p.

GYENGE, J.E.; EDELSTEIN J.D.; SALTO C.E. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.345-356, 1998.

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v.7, p.289-326, 1962.

HAGEN, K.S. Nutritional ecology of terrestrial insect predators. In: SLANSKY, F.; RODRIQUEZ, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites, spider and related invertebrates**. New York: John Wiley, 1987. p.533-577.

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

HODEK, I. Food relationship. In: HODEK, I.; HONEK, A. (Eds.). **Ecology of Coccinellidae**. London: Kluwer Academic, 1996. p.143-234.

HOFFMANN, M.P.; FORDSHAM, A.C. **Natural enemies of vegetable insect pests**. Ythaca: Cornell Cooperative Extension, Cornell University, 1993. 64p.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.323-342, 1999.

IPERTI, G.; BRUN, J.; DAUMAL, J. Possibilité de multiplication des coccinelles coccidiphages et aphidiphages (Coleoptera: Coccinellidae) a l'aide d'oeufs d' *Anagasta kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae). **Annales de Zoologie-Ecologie Animalee**, v.4, p.555-567, 1972.

IPERTI, G.; KATSOYANNOS, P.; LAUDEHO, Y. Etude comparative de l'anatomie des coccinelles aphidiphages et coccidiphages et appartenance d' *Exochomus quadripustulatus* L. à l'un de ces groupes entomophages (Coleoptera: Coccinellidae). **Annales de la Socite Entomologique de France (NS)**, v.13, p. 427-437, 1977.

IPERTI, G.; TREPANIER-BLAIS, N. Valeur alimentaire des oeufs d' *Anagasta kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae) pour une coccinelle aphidiphage: *Adonia ll-notata* Schn. **Entomophaga**, v.17, p.437-441, 1972.

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.

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

KATO, C.M. **Biologia de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1824 e *Coleomegilla maculata* (De Geer, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e sobre os pulgões *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) e *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* Börner, 1931 (Homoptera: Aphididae)**. 116p. 1996. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras.

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; AUAD, A.M. Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1966) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.19-23, 1999a.

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.455-459, 1999b.

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

LIXA, A.T.; SILVA, J.C.; ALMEIDA, M.M.T.B.; AGUIAR-MENEZES, E.L. **Adequabilidade de ovos de mariposa como alimento para criação de joaninhas afidófagas em laboratório**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 23p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento, 40).

MACHADO, V.L.R. **Morfologia e aspectos biológicos de *Olla vniigrum* (Mulsant, 1866) e *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1850 (Col., Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth).** 61p. 1982. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARINONI, R.C.; GANHO, N.G.; MONNÉ, M.L.; MERMUDES, J.R.M. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta).** Ribeirão Preto: Holos, 2001. 63p.

MATSUKA, M.; WATANABE, M.; NIJIMA, K. Longevity and oviposition of vedalia beetles on artificial diets. **Environmental Entomology**, v.11, p.816-819, 1982.

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.; 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.

MILLÉO, J.; DE SOUZA, J. M.T.; CASTRO, J.P.; CORRÊA, G.H. Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa - PR). **Publicação da UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 13, n. 2, p. 71-80, 2007.

MUNYANEZA, J.; OBRYCKI, J.J. Reproductive response of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Colorado potato beetle (Coleoptera: Crysomelidae) eggs. **Environmental Entomology**, v. 26, p.1270-1275, 1997.

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

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

OBRYCKI, J.J.; TAUBER, M.J. Thermal requirements for development of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) and its parasite *Perilitus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). **The Canadian Entomologist**, v.110, p.407-412, 1978.

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

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

OMKAR, S.S. Influence of six phid prey species on development and reproduction of ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. **BioControl**, v.48, p.379-393, 2003.

OMKAR, S.S.; JAMES, B.E. Prey preferences of a ladybeetle, *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae). **J. Adv. Zool.**, v.18, p.96-97, 1997.

OMKAR, S.S.; PERVEZ, A. Prey preference of ladybeetle, *Micraspis discolor* (Fabricius). **Entomon.**, v.26: 195-197, 2001.

OMKAR, M.G.; SINGH, S.K. Optimal number of matings in two aphidophagous ladybirds. **Ecological Entomology**, v.31. p.1-4, 2006.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 359p.

PERVEZ, A.; OMKAR, S.S. Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.385-396, 2004.

RAGKOU, V.S.; ATHANASSIOU, C.G.; KAVALLIERATOS, N.G., TOMANOVIE, Z. Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* feeding on *Tetranychus urticae*. **Phytoparasitica**, v.32, p.154-159, 2004.

RAMOS FILHO, I.T.; BARROS, R.; BEZERRA, A.L.; PAZ, R.C. Técnica de criação de *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae). In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX), 7., Recife, 2007. **Resumos...** Recife, UFRPE, 2007 (CD-ROM). Disponível em: URL: <<http://www.adtevento.com.br/jepex/cdrom/resumos/R0082-1.pdf>>. Acesso em 14 maio 2008.

SAAVEDRA, J.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; GUEDES, R.N.C. Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) reared for successive generations on meridic diets. **Journal of Applied Entomology**, v.21. p.327-330, 1997.

SCRIBER, J.M.; SLANSKY, F.J. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, v.26, p.183-211, 1981.

SILVA, L.D.; BONANI, J.P. Ocorrência de *Stethorus minualus* (Coleoptera: Coccinellidae) Gordon & Chapin predando *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodoeiro no Brasil. **Neotropical Entomology**, v.31, p.86-88, 2008.

SILVA, R.A.; FELLET, M.R.G.; REDOAN, A.C.; FIGUEIRREDO, M.L.C.; CRUZ, I. Desenvolvimento de dieta para criação de larvas de *Eriopis connexa* (German, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., Recife, 2006. **Resumos...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006 (CD-ROM).

SILVA, R.A.; FERNANDES, A.P.B.; PEREIRA, W.G.; NOGUEIRA, P.M.; ALVARENGA, D.M.; DIAS, I.J.; FIGUEIRREDO, M.L.C.; ZANUNCIO, J.C.; CRUZ, I. Desenvolvimento das fases imaturas de *Coleomegilla maculata* (DeGeer, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae) com dieta artificial, ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lep.: Pyralidae) e ninfas de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Heteroptera: Aphididae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10. Brasília, 2007. **Anais...** Brasília: Sociedade Entomológica do Brasil, 2007 (CD-ROM).

SILVA, R.B. **Viabilidade de dietas artificiais e presas para *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 113f. 2009. Dissertação de Mestrado (Entomologia). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 113 p.

SILVA, R.B.; GUIMARÃES, P.S.; FIGUEIREDO, M.L.C.; FONSECA, G.; CRUZ, I. Biologia de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1875) (Lepidoptera: Pyralidae) e dieta artificial. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 1., 2004, Cuiabá. **Resumos...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (CD-Rom), 2004. p.136.**

SILVA, R.B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; TAVARES, W.S.; FERREIRA, C.F.; REDOAN, A.N. Aspectos reprodutivos de *Eriopis connexa* (GERMAR) (Coleoptera: Coccinellidae) com ninfas de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.

SIMMONDS, M.S.J.; MANLOVE, J.D.; BLANEY, W.M.; KHAMBAY, B.P.S. Effect of botanical insecticides on the foraging and feeding behavior of the coccinellid predator *Cryptolaemus montrouzieri*. **Phytoparasitica**, v.28, p.1-9, 2000.

SMITH, B.C. A technique for rearing some coccinellid beetles on dry foods, and influence of various pollens on the development *Coleomegilla maculata lengi* Tim. (Coleoptera: Coccinellidae). **Canadian Journal of Zoology**, v.38, p.1047-1049, 1960.

SMITH, B.C. Differences in *Anatis mali* Auct. and *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake to changes in the quality and quantity of the larval food (Coleoptera: Coccinellidae). **Canadian Entomologist**, v.97, p.1159-1166, 1965.

SMITH, B.C. Effect of food on some aphidophagous Coccinellidae. In: HODEK, I. (ed.). **Ecology of aphidophagous insects**. Prague: Academy of Science, The Hague: Dr. W. Junk, 1966. p.75-81.

SMITH, B.C. Results of rearing some coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) larvae on various pollens. **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, v.91, p.270-271, 1961.

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.

VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. Natural enemies. In: VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982a. p.37-58.

VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. The history and development of biological control. In: VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982b. p.21-36.

VANDEKERKHOVE, B.; VAN BAAL, E.; BOLCKMANS, K.; DE CLERCQ, P. Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). **Biological Control**, v.39, p.532-538, 2006.

ZHANG, S.Z.; ZHANG, F.; HUA, B.Z. Suitability of various prey types for development of *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**, v.104, p.149-152, 2007.

ZANUNCIO, J.C.; SAAVEDRA, J.L.D.; OLIVEIRA, H.N.; DEGHEELE, D.; DE CLERCQ, P. Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocon. Sci. Technol.**, v.6, p.619-625, 1996.

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.225-230, 2002.

CAPÍTULO II

BIOLOGIA E RESPOSTA FUNCIONAL DE JOANINHAS AFIDÓFAGAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES DENSIDADES DE PRESAS ALTERNATIVAS EM LABORATÓRIO

RESUMO

Um predador com determinado potencial para ser utilizado na regulação natural populacional de sua presa, deve apresentar características fisiológicas e comportamentais que o permita atuar na densidade de consumo dependendo da disponibilidade de presa oferecida. Entre os insetos predadores, destacam-se as espécies da família Coccinellidae (Insecta: Coleoptera). A maioria das espécies dessa família, popularmente conhecidas como joaninhas, são predadoras vorazes, alimentando-se, na natureza, de diversas presas, tais como ninfas e adultos de insetos fitófagos da ordem Hemiptera (pulgões, cochonilhas, mosca-branca e psilídeos), bem como ovos e larvas de primeiro instar de lepidópteros e coleópteros, sendo que muitas dessas presas são pragas de culturas agrícolas e florestais. A capacidade predatória de um inseto predador é normalmente determinada pelo número de presas atacadas, o qual é função da densidade populacional da presa e do tipo e espécie de presa, do tempo de manipulação da presa pelo predador e velocidade de ataque do predado, sendo essa capacidade conhecida como resposta funcional. Diante deste contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar a resposta funcional de duas espécies de joaninhas afidófagas *Coleomegilla maculata* e *Eriopis connexa* alimentadas com duas presas alternativas: larvas da mosca *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) e ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), visando otimizar a criação em laboratório. Para determinar o efeito de diferentes densidades de presas oferecidas no consumo alimentar da fase larval e o adulto de *E. connexa* e *C. maculata*, foram instalados cinco experimentos correspondentes ao 1º, 2º, 3º e 4º instares larvais e adultos destas joaninhas em delineamento inteiramente casualizado. Os insetos foram submetidos a duas dietas com 10 tratamentos e 15 repetições distintas, sendo impostos tratamentos de um a cinco correspondentes a números crescentes de larvas de *D. melanogaster* e de seis a dez, ovos de *A. kuehniella* em massas idênticas às das larvas dos tratamentos anteriores utilizando balança analítica de precisão devidamente calibrada e aferida. As joaninhas foram alimentadas diariamente durante o seu período de desenvolvimento com as dietas, conforme os tratamentos, e, à medida que se desenvolveram a quantidade de alimento foi aumentada gradativamente. Deste modo, foi determinado o número de larvas de *D. melanogaster* consumidas e quantidade de ovos de *A. kuehniella* consumidos. De modo geral as duas fontes de alimento testadas neste trabalho não interferiram na resposta funcional de *E. connexa* e *C. maculata* na criação em laboratório. Os ovos de *A. kuehniella* apresentaram problemas de conservação durante a sua utilização, onde provavelmente os altos índices de mortalidade *C. maculata* entre os tratamentos tenha se dado por toxicidade na ingestão destes ovos. No entanto, larvas de *D. melanogaster* demonstraram ser uma boa fonte alternativa viável de alimento, apresentando redução nos custos da criação massal em laboratório.

Palavras-chave: Controle biológico aumentativo, Coccinellidae, alimento alternativo, capacidade predatória.

ABSTRACT

A predator with certain potential for use in the population natural regulation of its prey, must present physiological and behavioral features that allow work in consumption density depending on the availability of prey offered. Among the predatory insects, stand out species of Coccinellidae (Insecta: Coleoptera). Most species of this family, popularly known as ladybugs, are voracious predators, is feeding in nature, several of prey, such as nymphs and adults of phytophagous insects of the order Hemiptera (aphids, mealybugs, whiteflies and psyllids) and eggs and first instar larvae of Lepidoptera and Coleoptera, and many of these prisoners are pests of agricultural and forest crops. The predatory ability of a predator insect is usually determined by the number of attacked prey, which is a function of population density of prey and the type and kind of stuck, time manipulation of prey by the predator and preyed's attack speed, and this ability known as functional response. Given this context, the present study aimed to determine the functional response of two species of ladybugs afidófagas *Coleomegilla maculata* and *Eriopis connexa* fed two alternative prey: fly larvae *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) and unfeasible eggs and frozen *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in order to optimize the creation in the laboratory. To determine the effect of different prey densities offered in the food consumption of the larvae and the adult *E. connexa* and *C. maculata* were installed five experiments corresponding to the 1st, 2nd, 3rd and 4th larval instars and adults of these ladybugs were allotted randomized. The insects were submitted to two diets with 10 treatments and 15 replications different, being imposed from one to five treatments corresponding to increasing numbers of *D. melanogaster* larvae and six to ten, *A. kuehniella* eggs in the same masses of larvae of previous treatments using analytical balance properly calibrated and tested. The beetles were fed daily during the development period with diets according to the treatment, and developed as the amount of feed was gradually increased. Thus, we determined the number of *D. melanogaster* larvae consumed and the amount of consumed *A. kuehniella* eggs. In general the two food sources tested in this work did not affect the functional response of *E. connexa* and *C. maculata* in creating in the laboratory. The eggs of *A. kuehniella* had conservation problems during use, where probably the high mortality rate *C. maculata* between treatments have been given toxicity in intake of these eggs. However, *D. melanogaster* larvae proved to be a good viable alternative source of food, down the costs of mass production in laboratory.

Key words: augmentative biological control, Coccinellidae, alternative food, predatory capacity.

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico de insetos pragas vem assumindo papel cada vez mais importante na agricultura, devido à necessidade de redução no uso de agrotóxicos, visando não só a melhoria da qualidade dos alimentos e a redução nos custos de produção, mas também a preservação do meio ambiente. Com isso, ocupa uma posição importante dentro dos programas de Manejo Integrado de Pragas, pois, além de agir de maneira harmoniosa com o meio ambiente, é um método eficiente principalmente quando associado às outras medidas de controle (OLIVEIRA et al., 2004).

Os insetos predadores são importantes agentes de controle biológico de artrópodes pragas, atuando diretamente sobre os mesmos e alimentando-se de parte ou de todo o corpo da presa, necessitando geralmente de muitas presas para se desenvolver e reproduzir (HAGEN, 1962; VAN DEN BOSCH, 1982a).

Um predador com determinado potencial para ser utilizado na regulação natural populacional de sua presa, deve apresentar características fisiológicas e comportamentais que o permita atuar na densidade de consumo dependendo da disponibilidade de presa oferecida. De acordo com STEARNS (1992) alguns predadores em particular possuem determinada habilidade fisiológica em reduzir a sua fecundidade e priorizar ou economizar sua energia em prol da sobrevivência quando submetidos à escassez de alimentos ou presas, adaptando-se às instâncias naturais de oferta de alimento. Assim, no intuito de compreender as adaptações dos predadores às condições bióticas e abióticas do ambiente é de grande relevância para a sua utilização no manejo integrado de pragas.

A capacidade predatória de um inseto predador é normalmente determinada pelo número de presas atacadas, o qual é função da densidade populacional da presa e do tipo e espécie de presa, do tempo de manipulação da presa pelo predador e velocidade de ataque do predador, sendo essa capacidade conhecida como resposta funcional (HOLLING, 1961; SANTA-CECÍLIA et al., 2001). A resposta funcional é um componente básico da predação e originário da relação entre as densidades de presas e dos predadores, podendo afetar diretamente o número de indivíduos predados (HOLLING, 1961). Essa resposta é classificada em três categorias, conforme proposto por Holling (1959): Tipo I – quando há um aumento linear, até um máximo, no número de presas ingeridas pelo predador, à medida que a densidade da presa aumenta; Tipo II - o número de presas atacadas pelo predador aumenta rapidamente em virtude de uma maior disponibilidade de presas, sofrendo redução gradativa até atingir certa estabilidade (platô); e Tipo III - resposta gera uma curva do tipo sigmóide, aproximando-se de uma assíntota superior. A resposta funcional e escassez de alimento são importantes fatores para serem considerados na relação ao uso eficiente destes predadores em programas de controle biológico.

Entre os insetos predadores, destacam-se as espécies da família Coccinellidae (Insecta: Coleoptera). A maioria das espécies dessa família, popularmente conhecidas como joaninhas, são predadoras vorazes, se alimentando, na natureza, de diversas presas, tais como ninfas e adultos de insetos fitófagos da ordem Hemiptera (pulgões, cochonilhas, mosca-branca e psilídeos), bem como ovos e larvas de primeiro instar de lepidópteros e coleópteros, sendo que muitas dessas presas são pragas de culturas agrícolas e florestais (HODEK, 1996; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001).

Devido ao seu elevado potencial biótico, capacidade de busca, predação em maior parte do ciclo de vida (fases larval e adulta) e por serem passíveis de criação em laboratório (OBRYCKI & KRING, 1998), as joaninhas predadoras apresentam grande potencial para o controle biológico mediante três estratégias: clássica, aumentativa ou conservativa (LIXA,

2008).

O presente trabalho teve o objetivo de determinar a resposta funcional de duas espécies de joaninhas afidófagas *Coleomegilla maculata* e *Eriopis connexa* alimentadas com duas presas alternativas: larvas da mosca *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) e ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), visando otimizar a criação em laboratório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características Gerais sobre Capacidade Predatória

A atuação do controle biológico em programas de manejo integrado de pragas necessita constantemente de estudos prévios referentes à dinâmica predador-presa. As características intrínsecas do ambiente, da presa e do predador são fatores importantes que podem influenciar na capacidade de predação (HOLLING, 1959). Conforme RIDGWAY e MURPHY (1984), a eficiência de um predador é baseada em três fatores principais: 1) a densidade do predador e da presa, 2) a distribuição da presa e sua área de ação e 3) a preferência pelas espécies de presas disponíveis. No processo de captura da presa, a maioria dos predadores passa praticamente pelas mesmas etapas, que são: 1) busca ativa que leva ao contato com a presa, 2) sondagem e identificação da presa, 3) captura da presa se essa for aceita, 4) consumo e 5) uma vez saciada, a larva limpa as suas peças bucais e, finalmente, repousa. Se a larva não estiver saciada, inicia novamente o comportamento de busca. Durante e após a captura, secreções salivares são injetadas na presa com a função de paralisá-la e digerir os órgãos internos. Por meio dos movimentos deslizantes longitudinais das mandíbulas e maxilas, parte dos tecidos é dilacerada e a hemolinfa é sugada através do canal alimentar. O tempo de manuseio e o consumo variam bastante, dependendo do tamanho do predador e da presa, e também do estado de inanição da larva (CANARD e DUELLI, 1984). A presa é identificada, geralmente pelo contato físico com as mandíbulas, os palpos e, provavelmente, as antenas, quando o reconhecimento químico-sensorial é possível. Estímulos visuais podem desempenhar papel no reconhecimento inicial, que é o protagonista principal da aceitação da presa (CANARD e DUELLI, 1984).

De acordo com HODEK (1973), os coccinelídeos apresentam perfil de atividade constante de busca, ocupando todos os ambientes de suas presas, além de serem muito vorazes, o que os identificam como eficientes predadores, principalmente de afídeos. A ocorrência natural de larvas e adultos de joaninhas durante o período de infestação de pulgões em plantas cultivadas é importante no controle desses insetos, diminuindo as suas populações e reduzindo os danos provocados (SANTOS, 1992).

A preferência por presas específicas é um fator importante para o sucesso de um predador polífago em programas de controle biológico, pois é preponderante que a praga alvo esteja entre as presas preferidas. FRAZER (1988) sugeriu que essa preferência ocorre quando um predador consome certas espécies com maior frequência, no caso de cada espécie ser consumida aleatoriamente, o que implica na capacidade de seleção das mais abundantes.

Em estudos semelhantes MAIA et al. (2004) verificaram um consumo médio de 481,6 pulgões *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), em 48 horas, durante a fase larval de *Chrysoperla externa*, em função da maior disponibilidade de presa. Do número total de pulgões, aproximadamente 77,4% desses foram consumidos durante o terceiro ínstar do predador. Foram observado por FONSECA et al. (2001) que o consumo larval de *C. externa* alimentada com ninfas de *S. graminum*, durante a fase larval foi de 331,6 ninfas. SANTOS et al. (2003) observaram que durante o período larval, *C. externa* consumiu 544,0; 494,3 e 454,8 pulgões *A. gossypii*, em função da cultivar de algodoeiro, em que esses insetos foram criados.

2.1.2 Características gerais sobre resposta funcional

A resposta funcional de um predador é atribuída essencialmente através da regulação dinâmica populacional dos sistemas predador-presa. Ela aborda geralmente a taxa na qual um predador mata sua presa em diferentes densidades de presas e pode assim determinar a eficiência de um predador na regulação natural das populações de presas (OATEN e MURDOCH, 1975a,b). As presas, em função da densidade populacional, podem ser consumidas por inimigos naturais em diferentes proporções e, assim, causar mudanças nos índices de predadores (SAMPAIO, 1999). A relação entre a densidade e o número de presas a serem consumidas é um aspecto fundamental da dinâmica predador-presa (SOLOMON, 1949; O'NEIL, 1997). A relação intrínseca entre a proporção de presas atacadas em função de suas densidades é caracterizada como resposta funcional e, por resposta numérica, entende-se como sendo um acréscimo no número de predadores em função de um aumento na densidade populacional de presas (SOLOMON, 1949; HOLLING, 1961; SAMPAIO, 1999; FONSECA et al., 2000).

No princípio da resposta funcional do predador frente à disponibilidade de presas, SOLOMON (1949) propôs conceitos específicos relacionados à resposta funcional (resultante do consumo de presas pelo predador) e numérica (resultante da reprodução e agregação do predador), os quais são bem aceitos em particular até o momento. Uma vez que ambas são influenciadas pela disponibilidade de presas, a resposta funcional e os atributos numéricos estão praticamente interligados, e podem ser caracterizados pela eficiência do predador consumir determinada presa, pois a constante proporcionalidade entre resposta funcional e numérica indica a eficiência com que o predador converte estas presas consumidas em novos predadores (TORRES et al., 2004). Desta forma, a resposta funcional, somada ao potencial reprodutivo do predador em função da disponibilidade de presas, fornece informações extremamente importantes sobre os mecanismos e parâmetros relacionados à dinâmica natural predador-presa (ALJETLAWI et al., 2004; MILONAS et al., 2011). A resposta funcional dos inimigos naturais a mudanças na densidade das presas é uma forma de constatação da variação na relação entre esses organismos, em que um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento do consumo (SOLOMON, 1949).

De acordo com HOLLING (1959), existem três tipos de resposta funcional de predadores: Tipo I, em que há um aumento linear no número de presas consumidas até um valor máximo, à medida que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há um aumento no número de presas consumidas em função de uma maior disponibilidade delas até uma determinada densidade, quando a intensidade de ataque diminui, tendendo a certo nível de estabilidade (platô) e Tipo III, no qual o consumo aumenta de forma sigmóide, aproximando-se de uma assíntota superior (Figura 1). O modelo Tipo II está associado a artrópodes (insetos predadores e parasitóides) e o modelo Tipo III é mais característico de predadores vertebrados, por aprenderem a se concentrar mais em uma presa à medida que ela se torna abundante. A característica essencial da resposta do Tipo III é que os predadores são capazes de distinguir densidades diferentes de presas e ajustar seu esforço de busca de acordo com a disponibilidade delas (O'NEIL, 1990).

A resposta funcional é caracterizada basicamente por dois parâmetros distintos: o tempo de manipulação da presa (T_h) que consiste no tempo requerido para capturar, matar e ingerir cada presa, e a taxa de ataque (a') representada pelo tempo requerido para encontrar e capturar a presa em função da área disponível em oferta da mesma (HASSELL, 1978; CASAS et al., 1993; ALJETLAWI et al., 2004), enquanto, que a resposta numérica está relacionada normalmente à conversão de presas consumidas em descendentes produzidos ou atraídos. Os tipos de resposta funcional a densidades de presa podem ser explicados pelas combinações de cinco componentes: tempo em que predador e presa ficam expostos; tempo

de busca; tempo de manuseio, incluindo identificação, captura e consumo; fome e estímulo do predador para cada presa reconhecida.



Figura 1. Modelos de resposta funcional de insetos predadores sugeridos por Holling (1959).

Os três primeiros são considerados componentes básicos que, sozinhos ou em conjunto, explicam as curvas de resposta funcional (HOLLING, 1959). Sendo que esses componentes são afetados pelas características do predador, da presa e do ambiente. Em outros estudos semelhantes NORDLUND e MORRISON (1990) encontraram, para *Chrysoperla rufilabris* alimentada com o pulgão *A. gossypii*, uma resposta funcional do Tipo I ou II, visto que, nas diferentes densidades de presas, não foi alcançado nenhum platô. FONSECA et al. (2000) verificaram uma resposta funcional Tipo II para larvas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de terceiro e quarto ínstaes de *S. graminum*. Resultado semelhante foram encontrado por SANTA-CECÍLIA et al. (2001), para larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae), quando alimentadas desse mesmo pulgão, fazendo-se exceção àquelas de segundo ínstar que não se enquadraram nessa relação. Esse tipo de resposta funcional também foi encontrado por LEE e KANG (2004), para todos os estágios de desenvolvimento de *Harmonia Axyridis* alimentada com *A. gossypii*. A resposta funcional de *Scymnus (pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) nas diferentes densidades de ninfas de terceiro e quarto ínstaes de *S. graminum*, verificada por VIEIRA et al. (1997), foi a do Tipo II, sendo o mesmo tipo encontrado por MAIA et al. (2004), para larvas de *C. Externa* alimentadas com ninfas de *R. maidis*. Normalmente, uma resposta de tipo III não exibem densidade positiva em toda a gama, como apenas uma parte, no início do nível mostra um aumento sigmoidal; mais tarde, ele apresenta dependência negativa quando atingido saciedade. Por isso, é importante diferenciar tipo II e III em valores relativamente baixos de presas. As curvas de resposta funcional podem ser diferenciadas por meio das avaliações de parâmetros. Coeficiente de taxa de ataque e tempo de manipulação (hora gasto pelo predador no ataque, matando, subjugando, e digerindo). O coeficiente de taxa de ataque estima o grau de inclinação do aumento da predação com o aumento da densidade de presas, e tempo de manipulação ajuda a estimar o limite de saciedade. Ecologistas normalmente enfrentam dificuldades na determinação da resposta funcional quando a curva fica entre Tipo II e III.

Assim, numa análise adequada que pode melhor determinar a resposta funcionae altamente necessário, uma vez que é de grande importância prática eestimar o bio-eficácia destes insetos predadores (TREXLER et al., 1988)Coccinellideos é um dos grupos importantes de insetos predadoresque possuem enorme potencial de atuação para o biocontrole (OMKAR e PERVEZ, 2003a)com todos os três tipos de respostas funcionais descritas para o grupo (HODEK e HONEK, 1996). A joaninha *Harmonia axyridis* referido encaixam-se nos três tipos de resposta funcional, isto é, Tipo sobre o pulgão, *Rhopalosiphum prunifoliae* (LOU, 1987), Tipo II e o pulgão, *Lipaphis erysimi* (HE et al., 1994), e Tipo III no pulgão, *Cinarasp.* (HU et al., 1989). Um único predador podresponder diferentemente a

diversos tipos de presa e parece provável que a resposta funcional do predador a presa representa um único tipo diferente dentro e entre espécies. Uma hipótese foi considerar o enquadramento de que um único predador pode proporcionar respostas diferentes entre várias espécies de presas. *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius), *Coccinella transversalis* Fabricius e *Propylea dissecta* (Mulsant) são coccinellídeos afídofagos, abundantes nos campos agrícolas de Lucknow, na Índia. Eles co-ocorrem no feijão (*Dolichos lablab*) e campos de batata-doce (*Solanum nigrum*) infestadas com os pulgões, *Aphis craccivora* Koch e *Myzus persicae* (Sulzer), respectivamente. Ambos *C. sexmaculata* e *C. transversalis* são constantemente estudados entre os coccinellídeos no subcontinente são altamente vorazes e fecundo, possuem uma gama enorme de presas, que inclui, pulgões, coccídeos, aleiorídeos etc. (AGARWALA e YASUDA, 2000; OMKAR e BIND, 2004, OMKAR e PERVEZ, 2004a).

A espécie de joaninha afídófaga *E. connexa*, é uma das mais importantes espécies responsáveis pela manutenção e redução das populações de pulgões na cultura da hortaliça alface, onde apresentaram resultados significativos abaixo do nível de controle da praga na Califórnia (EUA), principalmente durante a estação primavera (HODEK, 1973). No Brasil, *E. connexa* é normalmente encontrada na cultura do tomate (EICHLER, 1976). Este predador é atualmente considerado um importante agente potencial para o controle biológico das pragas do tomateiro, porém, poucos trabalhos científicos foram realizados a fundo, no intuito, poder determinar a verdadeira atividade predatória deste coccinelídeo sobre as pragas ácaros e pulgões na cultura do tomate.

Diversos fatores podem influenciar e desencadear atividade predatória de *E. connexa*, como densidade da presa, por exemplo, devido ao efeito que possa ser estudado durante o comportamento de predação dos inimigos naturais (SOLOMON, 1949; HOLLING, 1959), no qual possa influenciar a resposta funcional deste predador. A joaninha *Cycloneda sanguinea* (L.) é comumente observada em várias culturas, sendo que cada larva desse predador pode consumir até 200 pulgões/dia e os adultos predam uma média de 20 pulgões/dia (GRAVENA, 1983). SANTA-CECÍLIA et al. (2001), estudaram a resposta funcional das fases imaturas de *C. sanguinea* em função de diferentes densidades de ninfas do pulgão *Schizaphis graminum*, uma praga da cultura do trigo, em condições de laboratório, e observaram que, com exceção do 2º ínstar, verificou-se uma tendência de aumento da predação pelas larvas com o aumento da densidade da presa (resposta funcional Tipo II), mostrando uma resposta funcional em forma de ascensão linear, ou seja, quanto maior a densidade de presa, maior é o consumo larval, indicando ser um bom candidato como agente de controle biológico desse pulgão. GARCIA et al. (1975) também verificaram que larvas de 3º e 4º ínstar e as fêmeas de *Scymnus* sp. mostraram esse mesmo tipo de resposta funcional, e VIEIRA et al. (1997) constataram uma resposta funcional Tipo II para larvas de *Scymnus (Pullus) argentinicus*.

A joaninha *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (= *Hyperaspis notata*) (Coleoptera: Coccinellidae) é uma espécie Coccinellidae predadora que tem como presas preferenciais cochonilhas Pseudococcidae (DREYER, 1997 a;b). Esta espécie é nativa da América do Sul e foi introduzida na África por volta da década de 1980, como agente de controle biológico da cochonilha da mandioca *Phenacoccus manihoti* Matille-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) (HERREN e NEUENSCHWANDER, 1991; CHAKUPURAKAL et al., 1994). O efeito das variações de temperatura e de diferentes fontes de alimento sobre parâmetros biológicos de *T. notata* foram investigados por DREYER et al. (1997a, b), onde observaram o comportamento de predação deste Coccinellidae, sobrevivência e reprodução frente às determinadas variações na disponibilidade de presas ainda são fatores desconhecidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção das Espécies de Joaninhas Afidófagas

Eriopsis connexa e *Coleomegilla maculata* foram criadas no laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), utilizando larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) e ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Primeiramente, houve a necessidade de realização de testes iniciais sobre a adequabilidade de presas alternativas para a criação destas joaninhas afidófagas em laboratório, antes da realização do experimento referente à biologia e resposta funcional destas espécies Coccinelidae alimentada com presas alternativas em condições de laboratório.

Pela dificuldade de determinação dos sexos (FLANDERS, 1936; GORDON, 1978), adultos de *E. connexa* e *C. maculata* provenientes da criação do laboratório foram colocados em grupo de 6 indivíduos por pote de plástico de 1 L, que foram vedados com tampa perfurada a fim de permitir as trocas gasosas. Esses insetos foram observados diariamente no intuito de verificar a real presença de casais em cópula. Quando o acasalamento não foi observado num período de 24 horas, foram realizadas trocas entre alguns indivíduos nos potes de forma aleatória garantindo assim pelo menos a presença de um casal por pote.

Para evitar o condicionamento alimentar pré-imaginal durante a condução do experimento, e obtenção dos adultos da primeira geração; nos quais foram utilizados no experimento, partes dos adultos destas joaninhas provenientes da criação do laboratório foram criadas com larvas de *D. melanogaster* e outra parte foi criada com ovos inviabilizados em ultravioleta congelados de *A. kuehniella*, portanto, garantindo deste modo a obtenção e coleta de ovos. Foi disponibilizada água por meio de algodão hidrófilo umedecido. Folha de papel filtro cortada ao meio (15 cm de diâmetro) foi colocada no interior dos potes para servir de substrato a oviposição, visando facilitar a retirada dos ovos.

Diariamente, foram realizadas vistorias nos potes para detecção e retirada dos ovos (posturas) das joaninhas. Ovos depositados no papel filtro foram retirados pelo corte do substrato, onde eram transferidos para potes plásticos de 1L vazios, tampados com tampas perfuradas de modo a facilitar as trocas gasosas. Quando os ovos tinham sido depositados em outros lugares, em contato com o pote plástico, ou na tampa revestida com organza; tomava-se o cuidado com a perda dos ovos ao manuseá-los, onde os indivíduos adultos eram trocados de pote, sendo colocados em outro do mesmo padrão. Os ovos foram devidamente identificados e mantidos em sala climatizada aguardando a eclosão. Observações diárias foram realizadas no intuito de observar a eclosão das respectivas larvas das joaninhas. Somente após o segundo dia a partir da primeira observação após a eclosão das larvas, procedeu-se a individualização destas, a fim de evitar alta taxa de mortalidade nas larvas de primeiro instar quando manuseadas no primeiro dia após a eclosão (MACHADO, 1982). Esse procedimento foi adotado pressupondo evitar o canibalismo. As larvas foram individualmente transferidas aos frascos de vidro de 20 mL, tampados com rolha de algodão hidrófilo e mantidos em sala climatizada. As larvas desenvolveram-se nesses recipientes até a fase adulta, quando se obteve adultos da 1ª geração matriz de *E. connexa* e *C. maculata* que foram utilizadas nas coletas dos ovos usados no experimento final referente à resposta funcional das mesmas, sendo as larvas provenientes dos ovos das fêmeas alimentadas *ad libitum* com larvas *D. melanogaster* e ovos inviabilizados em ultravioleta e congelados de *A. kuehniella*, portanto, mantendo a mesma dieta dos adultos as quais originaram.

3.1.2 Obtenção de larvas de *Drosophila melanogaster*

As larvas dessa mosca foram obtidas de sua criação mantida no Laboratório de Criação de Presas do CIMP, sendo alimentadas *ad libitum* com dieta artificial adaptada à base de banana d'água, mel, fermento biológico e farinha de aveia, com gotas de violeta de genciana como agente antisséptico, baseando-se na metodologia descrita em AQUARIOLAND (2012). A estimativa de custo de aquisição do material e manutenção da criação das larvas de *D. melanogaster* gira em torno de R\$ 100,00 por mês.

3.1.3 Obtenção dos ovos de *Anagasta kuehniella*

Os ovos de *Anagasta kuehniella* inviabilizados por esterilização com raios UV (ultravioleta) foram adquiridos por meio de compra em empresa especializada. Esses ovos foram armazenados congelados em freezer de uso doméstico e posteriormente transferidos para geladeira objetivando descongelar, antes de fornecer aos insetos. A estimativa de custo de aquisição dos ovos gira em torno de R\$ 500,00 por 100 gramas de ovos de *A. kuehniella*, sendo que foram gasto em média 200 gramas por mês.

3.1.4 Experimento: resposta funcional das espécies de joaninhas afidófagas

Para determinar o efeito de diferentes densidades de larvas *Drosophila melanogaster* no consumo alimentar da fase larval e do adulto de *Eriopis connexa* e *Coleomegilla maculata*, foram instalados cinco experimentos correspondentes ao 1º, 2º, 3º e 4º instares larvais e adultos destas joaninhas em delineamento inteiramente casualizado.

Posturas da matriz (Geração 1) de *E. connexa* e *C. maculata* foram coletadas, e no segundo dia após as eclosões, procedeu-se a individualização das larvas em frascos de vidros de 20 mL, tampados com algodão hidrófilo a fim de permitir as trocas gasosas e mantidas em sala climatizada ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) CIMP/UFRRJ. Foram avaliadas duas dietas com 10 tratamentos e 15 repetições distintas, sendo impostos tratamentos de um a cinco correspondentes a números crescentes de larvas de *D. melanogaster* e de seis a dez, ovos de *A. kuehniella* em massas idênticas às das larvas dos tratamentos anteriores utilizando balança analítica de precisão devidamente calibrada e aferida. Foram alimentadas diariamente durante o seu período de desenvolvimento com as dietas, conforme os tratamentos, e, à medida que se desenvolveram a quantidade de alimento foi aumentada gradativamente. Deste modo, foi determinado o número de larvas de *D. melanogaster* consumidas e quantidade de ovos *A. kuehniella* consumidos, quando então larvas de 2º instar de *D. melanogaster* ou ovos *A. kuehniella* foram fornecidas novamente às larvas e adultos das joaninhas, de acordo com a densidade testada e tratamento. Dados da duração de cada fase, em dias, foram obtidos a cada 24 horas até a emergência dos adultos, portanto, observou-se uma geração de *E. connexa* e *C. maculata*. Os adultos recém-emergidos, uma vez adquiridos a coloração típica da espécie, foram pesados em balança analítica de precisão; sendo posteriormente alimentados conforme os tratamentos. E os insetos adultos após 24 horas de emergidos, foram submetidos a uma nova avaliação de pesagem final.

Para a determinação da resposta funcional com a dieta *D. melanogaster* foi fornecido a cada espécie de joaninha as seguintes quantidades de larvas crescentes em função do estágio de desenvolvimento das joaninhas. Para 1º e 2º instar larval das joaninhas, ofertou-se 2, 4, 6, 8 e 10 larvas de 2º instar de *D. melanogaster*; para o 3º instar larval das joaninhas, 6, 8, 10, 12 e 14 larvas de 2º instar de *D. melanogaster*; para o 4º instar larval das joaninhas, 10, 12, 14,

16 e 18 larvas de 2º instar de *D. melanogaster*; e para os adultos das joaninhas, 14, 16, 18, 20 e 22 larvas de 2º instar de *D. melanogaster*.

Foi observado individualmente e diariamente o acompanhamento do desenvolvimento de cada instar larval e adulto das joaninhas; de modo a fornecer a quantidade exatamente estipulada para cada fase de desenvolvimento do inseto, conforme o tratamento, durante o período de experimentação. As quantidades de larvas de *D. melanogaster* fornecidas aos insetos foram previamente estipuladas ao acaso após testes iniciais antecedentes ao experimento, no intuito, determinarmos uma possível quantidade de alimento ofertada aos insetos de forma que o mesmo pudesse desenvolver-se normalmente e sentir-se saciado após oferta das respectivas quantidades e dietas oferecidas.

Para comparação foi determinada a resposta funcional usando ovos inviabilizados e congelados de *Anagasta kuehniella*, nas seguintes densidades:

Para o 1º e 2º instar larval das joaninhas: ovos de *A. kuehniella* com massas idênticas da dieta com larvas de 2º instar de *D. melanogaster* ofertadas para esses instares.

Para o 3º instar larval das joaninhas: ovos de *A. kuehniella* com massas idênticas da dieta com larvas de 2º instar de *D. melanogaster* ofertadas para esse instar.

Para o 4º instar larval das joaninhas: ovos de *A. kuehniella* com massas idênticas da dieta com larvas de 2º instar de *D. melanogaster* ofertadas para esse instar.

Para o adulto das joaninhas: ovos de *A. kuehniella* com massas idênticas da dieta com larvas de 2º instar de *D. melanogaster* ofertadas para essa fase.

3.1.5 Análise Estatística

Atendido as pressuposições de normalidade e homogeneidade da variância dos erros, os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$), seguida pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade para comparação entre as médias dos tratamentos, quando o teste de F não foi conclusivo. Procedeu-se a pesagem final de ambas as dietas oferecidas após 24 horas do período de avaliação, consecutivamente, no intuito de verificarmos através das respectivas sobras de amostras de ambas as dietas, a determinação da resposta funcional para ambas as espécies estudadas. Essas análises foram realizadas com auxílio dos programas *Microsoft® Excel* e *SISVAR®* (FERREIRA, 2003). Para o efeito significativo dos diferentes tipos de densidades de presas avaliados nas interpretações dos dados da resposta funcional procedeu-se realização da análise de regressão. Para a análise de sobrevivência e mortalidade efetuou-se o Teste Qui-quadrado. Os dados apresentados foram transformados apenas para análise de sobrevivência de *Coleomegilla maculata*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Eriopsis connexa*

4.1.1 Parâmetros biológicos e capacidade predatória de *Eriopsis connexa* frente a diferentes densidades de consumo com duas dietas alternativas em laboratório

Observa-se em N1 (duração média em dias do 1º instar), esboçou diferença significativa no quesito interação (dietas x quantidades), apresentando probabilidade igual a (0,8%) entre elas de acordo com análise de variância (Tabela 1).

Tabela 1. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico *Eriopsis connexa* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Qt. ¹	N1 ^{1,2}	N2 ^{1,2}	N3 ^{1,2}	N4 ^{1,2}	Nad ^{1,2}	CB ^{1,2}
Média Geral Quantidades	1	3,67 a	7,12 a	10,16 a	12,37 a	17,20 a	21,20 a
	2	3,79 a	7,26 a	10,57 a	12,67 a	17,77 a	22,05 a
	3	3,57 a	6,98 a	10,33 a	12,21 a	17,35 a	21,65 a
	4	3,63 a	7,08 a	10,04 a	12,37 a	17,41 a	21,75 a
	5	4,34 a	7,27 a	10,34 a	12,46 a	17,41 a	21,41 a
1	1	2,78 b	7,11 a	10,33 a	12,88 a	17,55 a	21,55 a
	2	4,38 ab	8,62 a	11,25 a	13,25 a	18,25 a	23,00 a
	3	3,60 ab	6,60 a	10,40 a	11,80 a	16,80 a	21,40 a
	4	4,33 ab	7,75 a	9,91 a	12,25 a	16,91 a	21,66 a
	5	5,38 ab	8,15 a	10,69 a	12,53 a	17,53 a	21,53 a
M. Dieta 1		4,09 a	7,64 a	10,51 a	12,54 a	17,41 a	21,83 a
2	1	4,57 a	7,14 a	10,00 a	11,85 a	16,85 a	20,85 a
	2	3,20 a	5,90 a	9,90 a	12,10 a	17,30 a	21,10 a
	3	3,55 a	7,36 a	10,27 a	12,63 a	17,90 a	21,90 a
	4	2,92 a	6,41 a	10,16 a	12,50 a	17,91 a	21,83 a
	5	3,30 a	6,40 a	10,00 a	12,40 a	17,30 a	21,30 a
M. Dieta 2		3,51a	6,64 b	10,06 a	12,29 a	17,45 a	21,39 a
Média Geral		3,80	7,14	10,29	12,42	17,43	21,61
Prob F Dieta ³		0,098 ns	0,019 *	0,099 ns	0,403 ns	0,800 ns	0,134 ns
Prob F Qt. ³		0,564 ns	0,991 ns	0,739 ns	0,916 ns	0,998 ns	0,414 ns
Prob F Inter. ³		0,008*	0,108 ns	0,359 ns	0,208 ns	0,068 ns	0,090 ns
CV%		43,60	27,94	12,48	11,17	7,70	6,26

¹Dieta 1 = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae); Dieta 2 = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados; Qt. = tratamentos (densidades crescentes de diferentes quantidades de presas: larvas de *Drosophila melanogaster* ou Ovos de *Anagasta kuehniella*); N1, N2, N3 e N4 = duração 1º, 2º, 3º e 4º instar; Nad = duração para atingir a fase adulta; CB = duração do ciclo biológico (ovo a adulto).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5%.

³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste Duncan.

Em N1, a dieta 1 promoveu pequena diferença entre as médias de acordo com as comparações, de modo, que a quantidade 1 apresentou o menor resultado (2,78 b). No entanto, quando comparada com a média da quantidade 5 (5,38 ab), onde apresentou maior resultado, podemos observar que ambas as quantidades foram suficiente e adequadas para o decorrer do desenvolvimento dos insetos, sendo comprovado e constatado pelas durações dos ciclos biológicos de ambas terem sido iguais. Este fato pode ser o primeiro indício positivo de que pequenas quantidades ofertadas aos insetos pode ser o suficiente para suprir todas as suas necessidades fisiológicas e metabólicas durante o seu desenvolvimento, além da redução em custo quanto à recomendação, utilização e fornecimento de *Drosophila melanogaster*. Já em N1, para a dieta 2, observa-se que não apresentou diferença entre as médias comparadas, embora ambas as quantidades das dietas oferecidas tenham apresentado médias diferentes entre elas. Observou-se que o ciclo biológico de ambas os tratamentos foram semelhantes, pressupondo neste caso que a quantidade 1 seja suficiente para atender as necessidades diárias de consumo do inseto. E deste modo, estaremos reduzindo os custos e evitando desperdícios quanto ao fornecimento dos ovos de *Anagasta kuehniella* para as joaninhas.

Nos demais instares, N2, N3, N4 (duração média em dias do 2º, 3º e 4º instar) e Nad (duração média para atingir a fase adulta) não apresentaram nenhuma diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo que o comportamento do ciclo biológico de ambos em comparação as duas dietas fornecidas apresentaram uma duração média em dias semelhante e sem grandes diferenças entre eles. Assim, ressaltamos a importância quanto ao fornecimento da dieta com larvas *D. melanogaster*, afirmando que a mesma é capaz de ser introduzida para a substituição dos ovos de *A. kuehniella*; além de reduzir os custos na criação das joaninhas afidófagas em laboratório.

SANTA-CECÍLIA et al. (2001), estudando os aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), verificaram que a duração do 1º instar foi, em média, 1,1 dia e para o 2º e 3º instares encontraram-se 1,7 e 1,8 dias, respectivamente, aproximando dos resultados obtidos por SANTOS e PINTO (1981) para essa espécie alimentada com o pulgão *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe, 1841). Verificou-se que o instar de maior duração foi o 4º com 3,8 dias em média, concordando com os resultados adquiridos por SANTOS e PINTO (1981) para *C. sanguinea* e por CORREIA e BERTI FILHO (1988) para *Cycloneda zischkai* Mader, 1950, quando alimentada com ovos do piralídeo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) juntamente com a dieta artificial. SANTOS (1992) também observou maior duração também no 4º instar para o coccinélido *Scymnus (Pullus) argentinicus* Weise, 1906, em comparação aos estádios larvais precedentes, quando alimentado com o pulgão *S. graminum*.

A duração total da fase larval foi, em média, de 8,4 dias. SANTOS e PINTO (1981) observaram para *C. sanguinea* uma duração média de 9,3 dias, e CORREIA e BERTI FILHO (1988) encontraram para *C. zischkai* duração aproximada de 10 dias. As pré-pupas que originaram machos e fêmeas permaneceram, em média, um dia nesse estágio, aproximando dos resultados obtidos por CORREIA e BERTI FILHO (1988) para *C. zischkai*, com 1,1 dia e menor do que o encontrado por SANTOS e PINTO (1981) com 1,7 dias. A duração média da fase de pupa foi de 3 dias, sendo próxima à obtida por SANTOS e PINTO (1981) com 3,4 dias, e menor do que a constatada por CORREIA e BERTI FILHO (1988) para as duas dietas utilizadas: 4,9 dias (ovos de *A. kuehniella* + dieta artificial) e 4,3 dias (ovos + ninfas de *Psyllasp.*). A duração da fase de larva à adulta foi, em média, 15,4 dias, sendo maior que os 14,4 dias obtidos por SANTOS e PINTO (1981) para *C. sanguinea*.

Em relação ao consumo de presas (Tabela 2), observou-se que o C1 (consumo médio do 1º instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. No C1 observou-se que a

dieta 1 apresentou médias de consumo discrepantes entre si. Logo, no C1, a dieta 1 com a quantidade 5 apresentou a maior média de consumo (24,33 a), indicando que no C1 quanto maior a quantidade de alimento fornecido ao inseto, maior foi o consumo, quando comparado com as demais quantidades.

O C2 (consumo médio do 2º instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. O C2, no quesito dietas, ambas tiveram comportamentos bem diferentes quanto ao consumo. Pode-se observar no C2 na dieta 1 que os maiores consumos foram encontrados nas quantidades 4 e 5 apresentando os maiores resultados. Fato corroborado novamente pela condição de quanto foi à maior disponibilidade de alimento ofertado, maior ocorreu o consumo do mesmo. Diferentemente no C2, dieta 2 e quantidade 2 (9,05 b), embora de acordo com o tratamento 2 tenha sido oferecido uma maior quantidade de alimento quando comparado com o anterior (10,98 ab); promoveu menor consumo quando comparadas. Neste caso, pressupõe que seja fornecida menor quantidade de ovos de *Anagasta kuehniella* quando a joaninha estiver neste instar, ao qual já estará suprimindo suas necessidades metabólicas.

No C2º-1º (diferença de consumo 2º e 1º instar), apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. Em C2º-1º, a dieta 1 apresentou valores médio de consumo discrepantes entre os tratamentos, de modo que a maior diferença de consumo médio ocorreu na quantidade 4 (17,15 ab), sendo um bom indicativo de suficiência entre as comparações. Entretanto, em C2º-1º na dieta 2, não ocorreu diferenças significativas entre as médias, propondo sugestão quanto ao fornecimento da menor quantidade para os insetos, neste caso (5,51 a), já estaria suprimindo as necessidades diárias nesta fase de desenvolvimento das joaninhas.

O C3 (consumo médio do 3º instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. Em C3, o consumo médio entre os tratamentos em ambas as dietas apresentaram valores médios de consumo discrepantes entre si, ressaltando uma observação na dieta 1, os maiores valores médios de consumo deram-se entre as quantidades 4 e 5 respectivamente. Diferentemente na dieta 2, em C3, os maiores valores deram-se nas quantidades 3, 4 e 5 consecutivamente. Observa-se em C3, acréscimo na demanda de consumo médio de alimento em ambas as dietas quando comparados com C2, provavelmente nesta fase de desenvolvimento dos insetos eles precisem de uma maior quantidade de alimento diário para suprir suas necessidades fisiológicas e metabólicas.

O C3º-2º (diferença de consumo médio 3º e 2º instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância apenas para o quesito analisado dieta. Entretanto, os quesitos analisados quantidade e interação não apresentaram diferença significativa de acordo com a análise de variância. Assim, pressupõe-se que as dietas tiveram efeitos significativos diferentes entre os tratamentos, onde se observa tanto na média da dieta 1 (16,59 a), quanto na média da dieta 2 (7,53 b) uma diferença entre elas.

O C4º (consumo médio do 4º instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. Em C4, observam-se incremento na quantidade do consumo em ambas as dietas quando comparadas com C3 (consumo médio do 3º instar), provavelmente pelo fato do inseto situar-se em seu último estágio larval antes da fase pupal, onde de acordo com sua fisiologia ele precisa acumular ao máximo metabólico para quando atingir a metamorfose e tornar-se adulto; eles consigam sobreviver, permanecer saudável, e assim, consigam reproduzir-se e perpetuar a espécie. Esta observação é confirmada tanto na dieta 1, quanto na dieta 2, onde os índices de consumo apresentaram-se crescentes praticamente em todos os tratamentos.

Tabela 2. Consumo médio das fases de desenvolvimento e pesagem final *Eriopis connexa* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Qt. ¹	C1 ^{1,2}	C2 ^{1,2}	C2°-1° ^{1,2}	C3 ^{1,2}	C3°-2° ^{1,2}	C4 ^{1,2}	C4°-3° ^{1,2}	Cad ^{1,2}	Cad-4° ^{1,2}	PFim ^{1,2}
Média Geral Quantidades	1	4,33 c	10,44 c	6,11 c	19,87 c	9,42 a	30,81 c	10,94 a	39,61 c	8,79 bc	8,84 bc
	2	7,23 bc	16,31 bc	9,08 bc	26,81 bc	10,49 a	35,69 bc	8,88 a	42,36 bc	6,66 bc	9,09 bc
	3	9,47 bc	18,12 bc	8,64 bc	31,63 bc	13,51 a	43,65 bc	12,01 a	49,38 b	5,73 c	8,52 c
	4	11,99 b	24,16 b	12,16 a	36,17 b	12,01 a	48,87 b	12,70 a	58,59 ab	9,71 b	10,23 a
	5	16,30 a	26,24 a	9,94 b	41,10 a	14,86 a	51,52 a	10,41 a	62,09 a	10,57 a	9,76 ab
1	1	3,18 c	9,91 c	6,72 c	23,28 d	13,37 a	37,93 d	14,64 a	52,88 c	14,95 bc	8,72 bc
	2	9,41 bc	23,58 b	14,17 abc	36,13 c	12,55 a	47,11c	10,97 a	58,76 c	11,65 c	8,76 bc
	3	9,92 bc	19,10 b	9,18 bc	37,56 c	18,46 a	53,40 c	15,84 a	62,76 c	9,36 c	7,40 c
	4	15,22 bc	32,38 a	17,15 ab	48,13 b	15,75 a	67,71 b	19,58 a	85,50 b	17,78 abc	10,85 ab
	5	24,33 a	38,62 a	14,28 abc	61,43 a	22,81 a	76,32 a	14,88 a	95,70 a	19,38 ab	10,26 abc
M.dieta 1		12,41a	24,72 a	12,30 a	41,31 a	16,59 a	56,49 a	15,18 a	71,12 a	14,62 a	9,21 a
2	1	5,47 a	10,98 ab	5,51 a	16,45 b	5,47 a	23,70 b	7,24 a	26,34 a	2,64 a	8,97 a
	2	5,05 a	9,05 b	4,00 a	17,49 b	8,44 a	24,28 b	6,79 a	25,96 a	1,68 a	9,43 a
	3	9,02 a	17,14 ab	8,11 a	25,70 ab	8,56 a	33,90 ab	8,19 a	36,01 a	2,11 a	9,56 a
	4	8,76 a	15,94 ab	7,17 a	24,21 ab	8,27 a	30,04 ab	5,82 a	31,68 a	1,64 a	9,62 a
	5	8,27 a	13,87 ab	5,60 a	20,78 ab	6,91 a	26,72 ab	5,94 a	28,48 a	1,76 a	9,27 a
M. dieta2		7,31 b	13,39 b	6,08 b	20,93 b	7,53 b	27,72 b	6,79 b	29,69 b	1,96 b	9,37 a
Média Geral		9,86	19,05	9,19	31,12	12,06	42,11	10,99	50,41	8,29	9,29
Prob F Dieta ³		0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,673 ns
Prob F Qt. ³		0,000*	0,000*	0,007*	0,000*	0,144 ns	0,000*	0,362 ns	0,000*	0,017*	0,022*
Prob F Inter. ³		0,001*	0,000*	0,007*	0,000*	0,110 ns	0,000*	0,173 ns	0,000*	0,009*	0,043*
CV%		65,94	40,58	52,00	23,33	58,38	19,31	56,86	21,96	56,05	18,50

¹Dieta 1 = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae); Dieta 2 = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados; Qt. = tratamentos (densidades crescentes de diferentes quantidades de presas: larvas de *D. melanogaster* ou Ovos de *A. kuehniella*); C1, C2, C3 e C4 = consumo 1°, 2°, 3° e 4° instar; C2°-1°= diferença de consumo 2° e 1° instar; C3°-2°= diferença de consumo 3° e 2° instar; C4°-3°= diferença de consumo 4° e 3° instar; Cad= consumo dos adultos; Cad-4°= diferença de consumo dos adultos e 4° instar; PFIM = peso final dos adultos após 24 horas de nascidos (mg.); Consumo médio (mg.)

²Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5%. ³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste Duncan.

Em C4^o-3^o (diferença de consumo médio 4^o e 3^o instar) apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância apenas para o quesito analisado dieta. Entretanto, os quesitos analisados quantidade e interação não apresentaram diferenças significativas de acordo com a análise de variância. Neste caso, observa-se pequena diferença média dos valores de consumo na dieta 1, visto que, o tratamento 4 apresentou a maior diferença média de consumo (19,58 a). Já na dieta 2, praticamente não ocorreu grandes diferenças entre os valores médios de consumo.

Em Cad (Consumo médio dos insetos adultos), apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. Observa-se neste caso em questão, o aumento quanto ao consumo de alimento nesta fase, onde provavelmente quando o inseto acaba de passar pela fase pupal e tornaram-se adultos; promoveu maior gasto de suas reservas metabólicas, e por este motivo, quando atingiu a fase adulta; eles tiveram a necessidade de consumir maior quantidade de alimento. Esta afirmação pode ser observada principalmente na dieta 1, onde apresentam médias de consumo maiores quando comparados com C4. Já na dieta 2, embora tenham apresentado médias altas do consumo de alimento, não apresentaram grandes diferenças dos valores médios entre si, propondo a quantidade 2 o tratamento mais recomendado.

Em Cad-4^o (diferença do consumo médio dos adultos e 4^o instar larval), apresentou diferença significativa de acordo com a análise de variância, sendo altamente significativa a probabilidade nos três quesitos analisados. Neste caso, observa-se maior diferença na dieta 1, onde os valores médios de diferença de consumo estão discrepantes entre si; e os maiores índices de diferença de consumo deram-se entre os tratamentos 4 e 5 respectivamente. Já na dieta 2, praticamente não ocorreu grandes diferenças entre os tratamentos, além de apresentar valores médios baixos de diferença de consumo entre eles.

PFim (Pesagem final dos insetos), apresentou diferenças significativas de acordo com a análise de variância apenas para os quesitos quantidades e interação, e não apresentou diferença significativa para o quesito dieta. Observou-se após todo o desenvolvimento larval a fase adulta, os insetos tiveram maior ganho de peso na dieta 1 com o tratamento 4 (10,85 ab) e 5 (10,26 abc) respectivamente, pois foram os que melhor responderam ao incremento e acúmulo de massa corpórea. Este fato predispõe como sugestão à utilização de *Drosophila melanogaster*, indicando melhor contribuição na sobrevivência dos insetos, sanidade e viabilidade dos testes experimentais, e assim, poderão proporcionar sua utilização para criação de novas joaninhas sem maiores problemas. E, portanto, diminuindo a tendência quanto à dependência da utilização dos ovos de *Anagasta kuehniella* que prontamente poderão ser substituídos. Esta afirmação, pode ser constatada e comprovada com as respostas em ganho de peso com a dieta 2, no qual não apresentaram grandes diferenças entre os tratamentos.

SANTA-CECÍLIA et al. (2001), estudando os aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), constataram que o consumo médio de pulgões variou em função do estágio de desenvolvimento do predador. No 1^o instar, foram predados, em média, $27,8 \pm 4,9$ pulgões, passando para $75,1 \pm 0,6$ no 2^o instar, $98,0 \pm 12,7$ no 3^o instar e $408,5 \pm 21,2$ no 4^o instar, perfazendo um total de $609,4 \pm 4,1$ pulgões consumidos durante a fase larval. No 4^o instar, como a larva necessita de maior quantidade de nutrientes e metabólicos para a transformação em pupa e conseqüentemente para a formação do adulto, a duração média foi de $3,8 \pm 0,4$ dias e o número de pulgões consumidos foi maior, confirmando os resultados obtidos por GARCIA (1974) e ROMERO et al. (1974) para *Scymnus sp.* quando foram criados a $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e por SANTOS (1992) para *S. (Pullus) argentinicus*. Como não houve

diferenças entre o número de pulgões consumidos por machos e fêmeas, o peso das pupas também não foi afetado pelo sexo do predador.

4.1.2 Resposta funcional de *Eriopis connexa* alimentadas com duas presas alternativas em laboratório

De acordo com as respectivas Figuras abaixo (2, 3, 4, 5, 6) correspondendo ao 1°, 2°, 3°, 4° ínstaes larvais e adultos de *Eriopis connexa* por uma geração alimentada com duas presas alternativas em diferentes densidades nas condições de laboratório durante o período experimental, podemos observar uma resposta funcional Tipo II para todos os ínstaes avaliados e fase adulta de *E. connexa*, conforme sugerido por HOLLING (1959), quando foram apresentadas as categorias de resposta funcional como Tipo I, II e III.

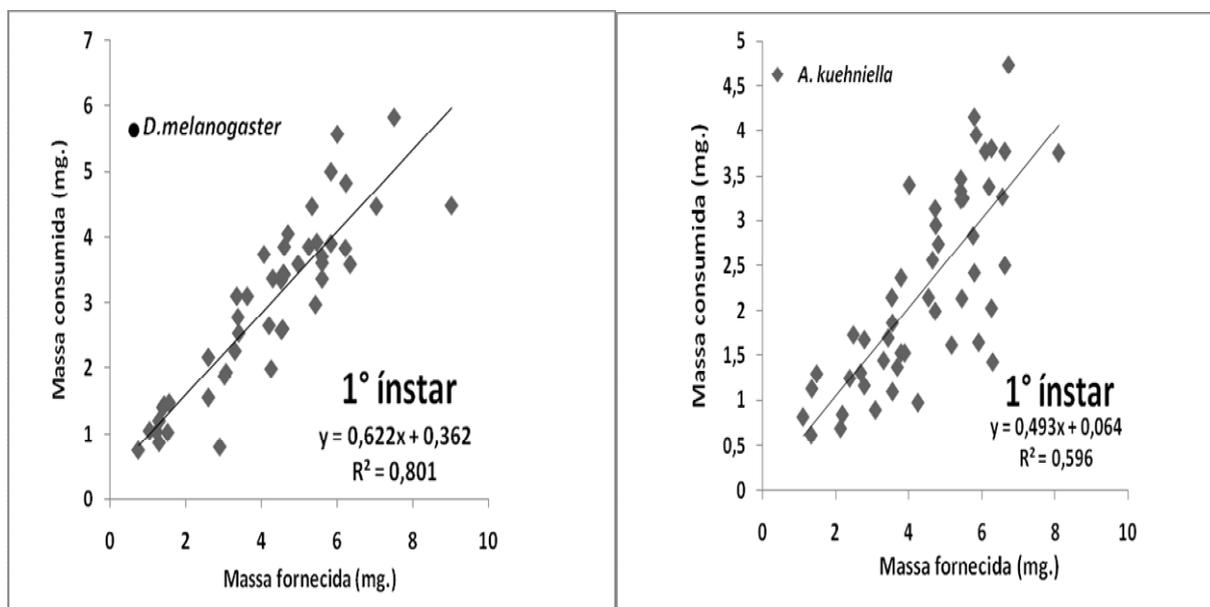


Figura 2. Resposta funcional do 1° ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Assim, em função do consumo ascendente após o aumento das diferentes densidades oferecidas de larvas de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella*, encontramos uma natureza distinta em todas as respostas funcionais obtidas; mesmo não se alcançando um patamar característico referente ao Tipo II por teoria definida por HOLLING (1959), à regressão obtida, evidenciou uma probabilidade de estabilização (platô) ao final das curvas obtidas perante a capacidade predatória das joaninhas afidófagas. Provavelmente, se fossem feitos testes posteriores com maiores propostas de densidades de alimento ofertadas aos insetos, talvez pudessemos encontrar uma representação mais concreta e semelhante ao Tipo II de resposta funcional proposta por HOLLING (1959), diferentemente do Tipo I, onde ocorre em especial uma demonstração em forma de linearização quanto ao consumo de presas. SANTA-CECÍLIA et al. (2001), encontraram com exceção ao 2° ínstar, tendência na ocorrência do aumento da capacidade de predação das larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) em diferentes densidades de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) após o respectivo aumento da densidade da presa, evidenciando uma resposta funcional em forma de ascensão linear (Tipo II). Esses resultados se assemelham em parte com os dados obtidos por GARCIA et al. (1975), em que as larvas das joaninhas de 3° e 4° ínstaes e as fêmeas de

Scymnus sp. representaram este mesmo tipo de resposta funcional. VIEIRA et al. (1997) constataram também uma resposta funcional Tipo II para as larvas de *S. (Pullus) argenticus*.

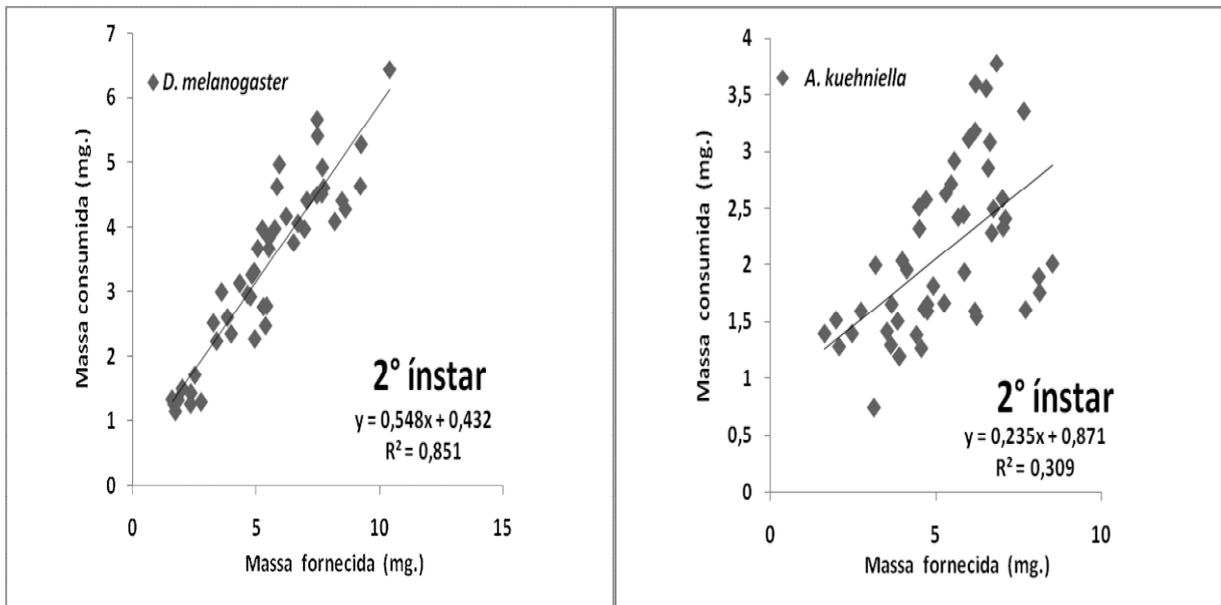


Figura 3. Resposta funcional do 2º instar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

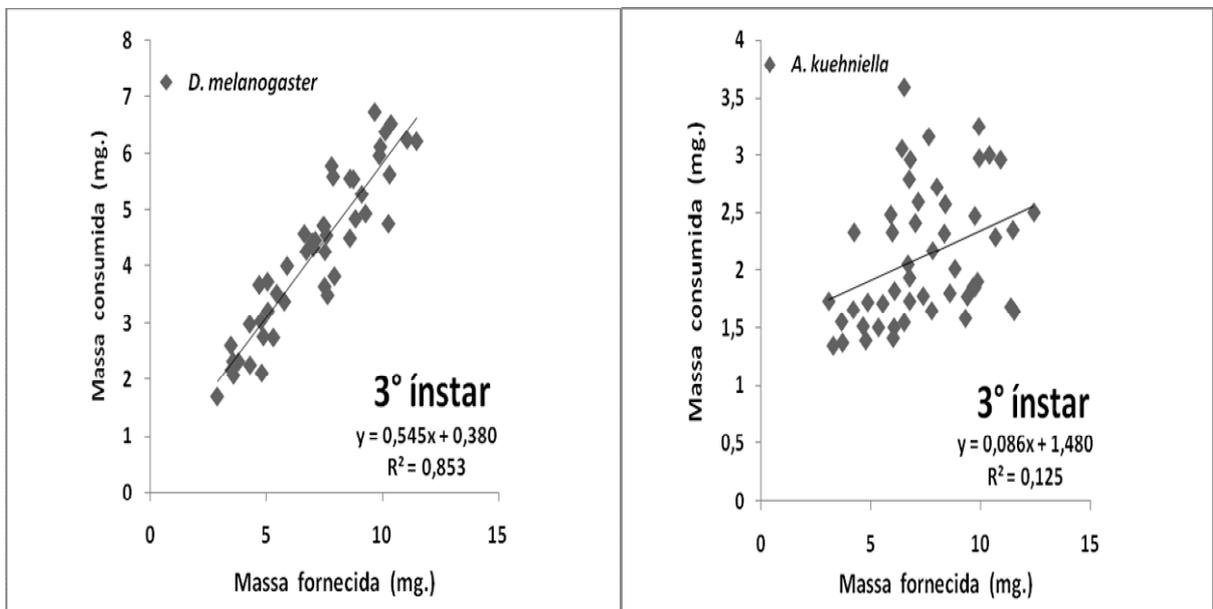


Figura 4. Resposta funcional do 3º instar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

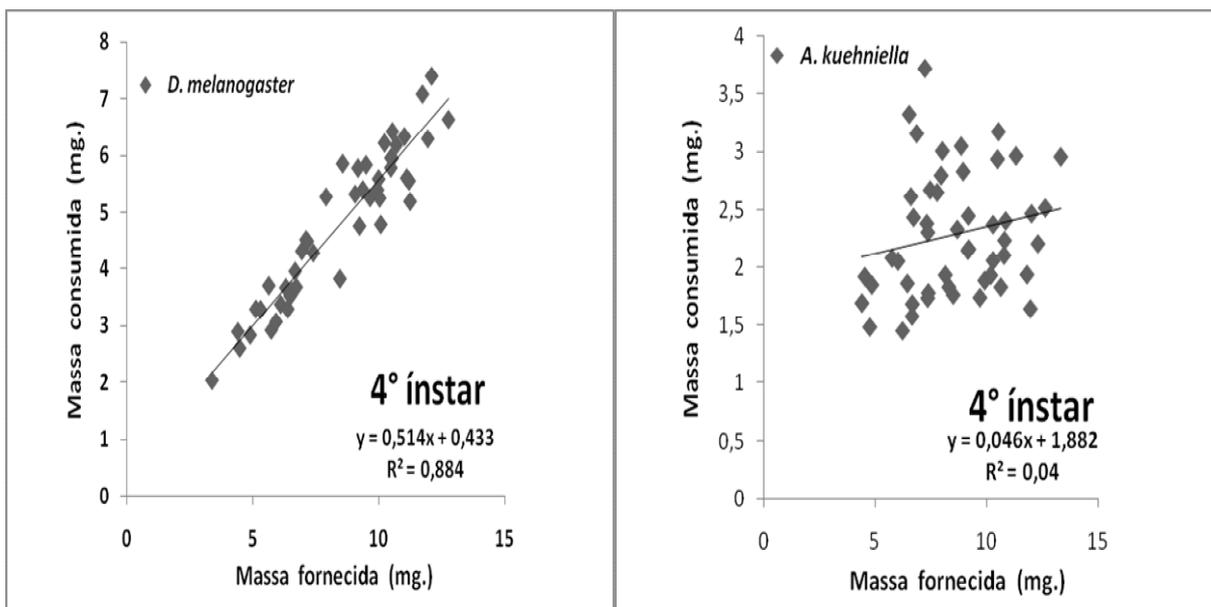


Figura 5. Resposta funcional do 4° ínstar de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

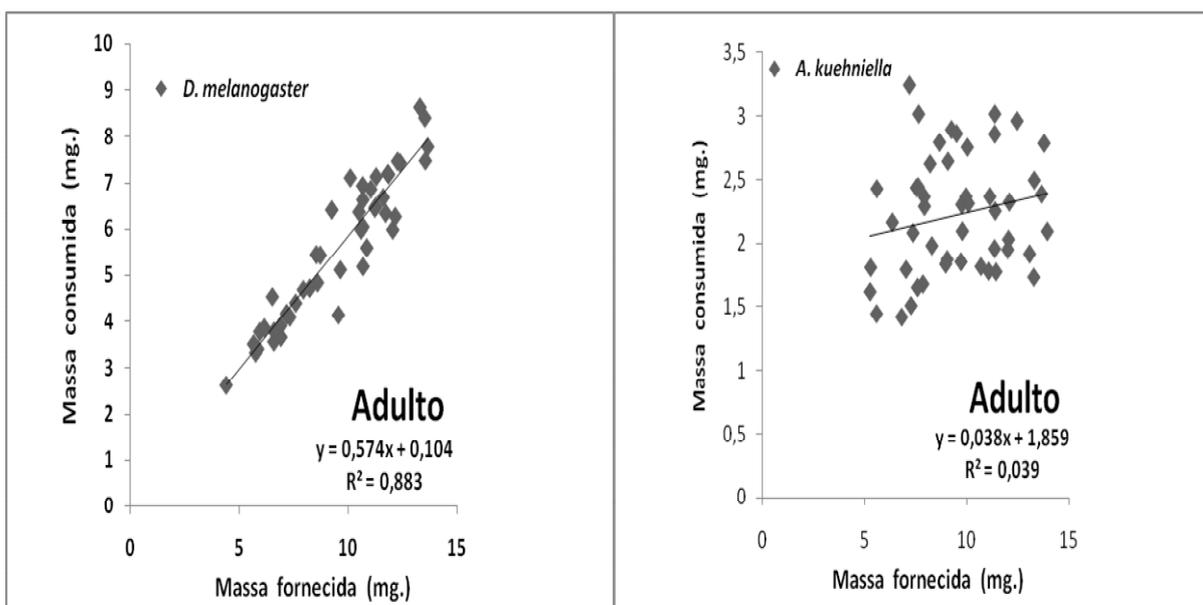


Figura 6. Resposta funcional do adulto de *Eriopis connexa* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

4.1.3 Análise de sobrevivência e mortalidade de *Eriopis connexa* em condições de laboratório.

Podemos observar de acordo com os dados obtidos pelo Teste Qui-quadrado que a probabilidade apresentou-se não significativa ($P = 17,89\%$). Portanto, neste caso a mortalidade não interferiu na resposta funcional de *E. connexa* em condições de laboratório durante a fase experimental.

Tabela 3. Taxa de sobrevivência e mortalidade de *Eriopsis connexa* alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	Mortos	Vivos	Total	Freq esp	F. obs	Teste Qui-quadrado	
1	6	9	15	5,6	9,4	0,028	0,017
2	7	8	15	5,6	9,4	0,350	0,208
3	10	5	15	5,6	9,4	3,457	2,059
4	3	12	15	5,6	9,4	1,207	0,719
5	5	10	15	5,6	9,4	0,064	0,038
6	8	7	15	5,6	9,4	1,028	0,612
7	5	10	15	5,6	9,4	0,064	0,038
8	4	11	15	5,6	9,4	0,457	0,272
9	3	12	15	5,6	9,4	1,207	0,719
10	5	10	15	5,6	9,4	0,064	0,038
Total	56	94	150			X ² =12,65 Prob = 0,1789 NS	

Podemos observar de acordo com os dados obtidos pelo Teste Qui-quadrado que a probabilidade apresentou-se não significativa ($P = 31,11\%$). Portanto, neste caso as respectivas dietas não influenciaram nas taxas de mortalidade de *E. connexa*, de modo, que possa vir a ser diagnosticado como fator preponderante na ocorrência das mortes dos insetos. E assim, não promoveu nenhum dano à resposta funcional de *E. connexa* durante a fase experimental em condições de laboratório.

Tabela 4. Influência das dietas na taxa de mortalidade e sobrevivência de *Eriopsis connexa* no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas	Mortos	Vivos	Total	Freq esp	F. obs	Teste Qui-quadrado	
Larvas	31	44	75	28	47	0,3214	0,1914
Ovos	25	50	75	28	47	0,3214	0,1914
	56	94	150	56	94	X ² = 1,025 Prob = 0,3111 NS	

4.2 *Coleomegilla maculata*

4.2.1 Parâmetros biológicos e capacidade predatória de *Coleomegilla maculata* frente a diferentes densidades de consumo com duas dietas alternativas em laboratório

Primeiramente antes de iniciarmos a discussão das próximas tabelas, não podemos deixar de explicitar a questão da exclusão dos tratamentos 4 e 9 conjuntamente, visto que, o tratamento 9 foi excluído porque ao final do experimento restou apenas um indivíduo vivo dificultando deste modo as análises estatísticas como um todo, além do fato de não podermos representar a amostra de forma significativa. E a decisão da exclusão do tratamento 4 ocorreu porque de certa forma o experimento ficou desbalanceado com a retirada do tratamento nove, e a decisão mais coerente era excluir o tratamento 4 a fim de obtermos resultados balanceados, corretos e significativos para as análises estatísticas por consequência. Supõe-se que o grande número de indivíduos mortos no tratamento 9 tenha se dado pelo fato de ter ocorrido problema quanto à conservação dos ovos de *Anagasta kuehniella*, visto que, o mesmo deve ser mantido em freezer; e provavelmente durante o decorrer do experimento

tenha ocorrido alguma variação quanto a temperatura do armazenamento destes ovos, promovendo o incremento e aceleração da sua perda quanto a conservação. Embora no andamento do experimento não foi percebido nenhum mau odor que possa ser percebido indicando que os ovos estavam estragados, porém, esta é a maior probabilidade da causa da morte da maioria dos insetos não só do tratamento 9, mais também da maioria dos insetos que foram a óbito nos demais tratamentos com ovos de *Anagasta kuehniella* durante a fase experimental de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório.

Observou-se em N1 (duração média em dias do 1º instar) (Tabela 5), uma diferença altamente significativa nos três quesitos analisados de acordo com análise de variância. Em N1, a dieta 1 promoveu pequena diferença entre as médias de acordo com os valores apresentados, de modo, que a quantidade 3 apresentou o menor resultado (2,61 a). No entanto, quando comparada com a média da quantidade 5 (3,31 a), onde apresentou maior resultado, podemos observar que ambas as quantidades foram suficiente e adequadas para o decorrer do desenvolvimento dos insetos, sendo comprovado e constatado pelas comparações dos ciclos biológicos de ambas terem sido iguais. Este fato pode ser o primeiro indício positivo de que pequenas quantidades ofertadas aos insetos pode ser o suficiente para suprir todas as suas necessidades fisiológicas e metabólicas durante o seu desenvolvimento, além da redução do custo quanto à utilização e fornecimento de *Drosophila melanogaster*. Já em N1, para a dieta 2, observa-se que apresentou diferença entre as médias, visto que, a média em dias da quantidade 3 apresentou o maior resultado (7,00 a). Observa-se neste caso menor eficiência quanto ao tratamento 3, visto que, a maior duração média em dias neste fase de certa forma promoveu maior densidade de consumo pelo acréscimo no número de dias os quais os insetos tiveram que ser alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella*, ocasionando maior custo de implantação da dieta. Percebe-se que este comportamento estendeu-se até o ciclo biológico proporcionando a maior média (30,00 ab) em dias quanto à duração da criação. E de fato, quando falamos em criação massal em laboratório, quanto menor o ciclo biológico, e claro, ocasionando nascimento de insetos sadios; melhor vai ser o interesse na criação, além da questão de também estarmos levando em consideração a redução dos custos de mão de obra na execução do trabalho.

Em N2 (duração média em dias do 2º instar) e N3 (duração média em dias do 3º instar), ambos esboçaram diferença altamente significativa nos três quesitos analisados de acordo com análise de variância. Observa-se em N2 e N3 na dieta 1, que os dois tiveram a duração média em dias bem próximas umas das outras. Neste caso, teríamos como sugestão de recomendação a quantidade 3 e 5 para ambas as fases de desenvolvimento analisados, visto que, pode proporcionar o menor ciclo biológico ao final do experimento; tornando como possível indício de que estas seriam a melhores quantidades de recomendação para a criação. Entretanto, na dieta 2, N2 e N3 apresentaram maior duração média em dias na quantidade 3, e a menor duração média em dias na quantidade 5 de acordo com a Tabela 5. Esta discrepância entre os valores médios em dias pode ser o primeiro indício de que os insetos estavam tendo algum problema quanto à ingestão e aceitação dos ovos de *Anagasta kuehniella*, e assim, desencadeando maior mortalidade na dieta 2.

Em N4 (duração média em dias do 4º instar) e Nad (duração média em dias para atingir a fase adulta) ambos esboçaram diferença altamente significativa nos três quesitos analisados de acordo com análise de variância. Observa-se em N4 e Nad na dieta 1, determinada discrepância na duração média em dias nestas fases de desenvolvimento do inseto, de modo, como sugestão de recomendação o tratamento com a quantidade 5 seria o mais indicado mesmo sendo a maior dose; porém, estaríamos contrabalanceando com a redução do ciclo biológico nesta questão por ocasião dos dados obtidos.

Tabela 5. Duração média (em dias) das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico *Coleomegilla maculata* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Qt. ¹	N1 ^{1,2}	N2 ^{1,2}	N3 ^{1,2}	N4 ^{1,2}	Nad ^{1,2}	CB ^{1,2}
Média Geral Quantidades	1	3,25 b	6,42 b	10,79 b	15,67 a	20,87 a	25,87 a
	2	3,37 b	6,29 b	9,75 bc	14,67 b	19,83 b	24,83 b
	3	4,81 a	8,27 a	13,00 a	15,46 a	20,42 ab	25,42 ab
	5	3,15 b	5,64 b	9,22 c	13,27 c	18,60 c	23,60 c
1	1	3,00 a	6,33 a	9,08 a	12,58 a	17,75 a	22,75 a
	2	3,25 a	6,33 a	9,00 a	11,58 bc	16,67 bc	21,67 bc
	3	2,61 a	5,53 a	8,00 a	10,92 bc	15,85 bc	20,84 bc
	5	3,31 a	5,61 a	7,77 a	10,54 c	15,54 c	20,54 c
Média Dieta 1		3,04 b	5,95 b	8,46 b	11,40 b	16,45 b	21,45 b
2	1	3,50 b	6,50 b	12,50 b	18,75 ab	24,00 abc	29,00 abc
	2	3,50 b	6,25 b	10,50 b	17,75 b	23,00 bc	28,00 bc
	3	7,00 a	11,00 a	18,00 a	20,00 ab	25,00 ab	30,00 ab
	5	3,00 b	5,67 b	10,67 b	16,00 c	21,67 c	26,67 c
Média Dieta 2		4,25 a	7,35 a	12,92 a	18,12 a	23,42 a	28,42 a
Média Geral		3,65	6,65	10,69	14,76	19,93	24,93
Prob F Dieta ³		0,001*	0,002*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Prob F Quant. ³		0,018*	0,003*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Prob F Inter. ³		0,000*	0,000*	0,000*	0,006*	0,021*	0,021*
CV%		35,04	22,60	17,51	8,16	6,07	4,74

¹Dieta 1 = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae); Dieta 2 = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com ultravioleta e congelados; Qt. = tratamentos (densidades crescentes de diferentes quantidades de presas: larvas de *Drosophila melanogaster* ou Ovos de *Anagasta kuehniella*); N1, N2, N3 e N4 = duração 1º, 2º, 3º e 4º instar; Nad = duração para atingir a fase adulta; CB = duração do ciclo biológico (ovo a adulto).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5%.

³* = significativo a 5% pelo teste Duncan.

Do mesmo modo na dieta 2, N4 e Nad apresentaram determinada irregularidade na duração média em dias nestas fases de desenvolvimento dos insetos, assim, teríamos como sugestão a recomendação do fornecimento da quantidade 2, visto que, apresentou valores intermediários na duração média em dias nas respectivas fases de desenvolvimento e a duração do ciclo biológico pode ser considerada intermediária quando comparada com a semelhança do resultado da quantidade 5, além de estarmos reforçando a sugestão do fornecimento da quantidade 2 a fim de obtermos redução dos custos da distribuição dos ovos de *Anagasta kuehniella* aos insetos.

E por fim, o CB (duração do ciclo biológico = à partir do estágio ovo a adulto) apresentou diferença altamente significativa nos três quesitos analisados de acordo com a análise de variância. Observa-se no CB na dieta 1, semelhança na duração média em dias do ciclo biológico de ambos os tratamentos. Sendo que a quantidade 1 apresentou o maior resultado (22,75 a) dias quando comparados com as demais, porém, como sugestão de recomendação o fornecimento da quantidade 3 seria uma quantidade satisfatória e interessante quanto a resposta final do ciclo biológico ter se assemelhado com a quantidade 5 na mesma dieta com *Drosophila melanogaster*. Entretanto, na dieta 2, o ciclo biológico estendeu-se consideravelmente bem mais quando comparados com a dieta 1. Este fato, não foi considerado um fator positivo durante o experimento, visto que, houve maior consumo dos ovos de *Anagasta kuehniella* em razão do número em dias de experimentação ter sido consideravelmente maior levando ao acréscimo dos custos de implantação da dieta durante o trabalho.

DE BORTOLI et al. (2014), observaram uma tendência de aumento na taxa de predação pelas larvas e adulto de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae), em relação ao aumento da densidade da presa ao passar da densidade de 16 para 24, principalmente para as larvas de terceiro e quarto instares e adultos criados sobre substrato vegetal batata, quando comparado com as larvas de terceiro e quarto instares e adultos desse predador criados sobre os substratos citros e abóbora.

MAIA et al. (2004), estudando os aspectos biológicos de outros predadores verificaram que a duração média do primeiro, segundo, terceiro instares e fase larval de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), quando a presa foi oferecida nas cinco densidades de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), foi de 3,6; 3,1; 4,3 e 11,0 dias, respectivamente. ALBUQUERQUE et al. (1994), alimentando larvas de *C. externa* com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) e o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), constataram, para a duração dos três instares e fase larval em condições ambientais semelhantes, apresentaram resultados próximos aos obtidos nesta pesquisa.

Quanto ao consumo de presas, observou-se em C1 (consumo médio do 1º instar) uma diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância (Tabela 6). Em C1 observou-se que a dieta 1 apresentou média de consumo discrepantes entre si. Logo em C1, na dieta 1, a quantidade 2 e 5 apresentaram as maiores médias de consumo (20,04 a e 18,80 a) respectivamente, indicando em C1 a tendência de quanto maior a quantidade de alimento fornecido ao inseto, maior foi o consumo, quando comparado com as demais densidades de consumo das quantidades anteriores. Diferentemente em C1 na dieta 2, os valores médio de consumo apresentaram-se bem menores quando comparados com a dieta 1, visto que, o maior consumo efetuou-se na quantidade 3 (7,45 a). Entretanto, durante o experimento de acordo com a metodologia, a mesma pesagem das larvas de *Drosophila melanogaster* proposta em cada tratamento era comparada e fornecida respectivamente à mesma quantidade aferida em balança analítica de precisão com ovos de *Anagasta kuehniella* aos insetos no decorrer do experimento.

Tabela 6. Consumo médio das fases de desenvolvimento e pesagem final *Coleomegilla maculata* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas ¹	Qt. ¹	C1 ^{1,2}	C2 ^{1,2}	C2°-1° ^{1,2}	C3 ^{1,2}	C3°-2° ^{1,2}	C4 ^{1,2}	C4°-3° ^{1,2}	Cad ^{1,2}	Cad-4° ^{1,2}	PFim ^{1,2}
Média Geral Quantidades	1	5,57 a	11,97 a	6,39 a	26,32 a	14,35 a	48,62 a	22,30 a	54,69 a	6,07 a	11,25 a
	2	12,10 a	18,58 a	6,47 a	32,26 a	13,68 a	52,34 a	20,07 a	58,48 a	6,14 a	11,70 a
	3	8,69 a	17,12 a	8,43 a	33,12 a	16,00 a	47,55 a	14,42 a	54,16 a	6,62 a	10,93 a
	5	11,53 a	20,32 a	8,78 a	35,65 a	15,33 a	60,18 a	24,53 a	67,25 a	7,07 a	11,98 a
1	1	7,62 a	16,76 a	9,14 a	33,47 a	16,72 a	63,97 a	30,50 a	74,02 a	10,04 a	15,77 a
	2	20,04 a	29,47 a	9,42 a	48,25 a	18,78 a	68,77 a	20,52 a	78,78 a	10,00 a	14,79 a
	3	9,93 a	21,78 a	11,85 a	40,40 a	18,61 a	65,39 a	24,99 a	78,13 a	12,74 a	15,66 a
	5	18,80 a	30,87 a	12,07 a	51,27 a	20,40 a	83,23 a	31,96 a	95,87 a	12,64 a	16,98 a
Média Dieta 1		14,10 a	24,72 a	10,62 a	43,35 a	18,63 a	70,34 a	26,99 a	81,70 a	11,36 a	15,80 a
2	1	3,52 a	7,17 a	3,65 a	19,17 a	12,00 a	33,27 a	14,10 a	35,37 a	2,10 a	6,72 a
	2	4,17 a	7,70 a	3,52 a	16,27 a	8,57 a	35,90 a	19,62 a	38,17 a	2,27 a	8,62 a
	3	7,45 a	12,45 a	5,00 a	25,85 a	13,40 a	29,70 a	3,85 a	30,20 a	0,50 a	6,20 a
	5	4,27 a	9,77 a	5,50 a	20,03 a	10,27 a	37,13 a	17,10 a	38,63 a	1,50 a	7,00 a
Média Dieta2		4,85 b	9,27 b	4,42 b	20,33 b	11,06 b	34,00 b	13,67 b	35,59 b	1,59 b	7,14 b
Média Geral		9,48	16,70	7,52	31,84	14,84	52,17	20,33	58,65	6,47	11,47
Prob F Dieta ³		0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Prob F Quant. ³		0,151 ns	0,081 ns	0,394 ns	0,193 ns	0,875 ns	0,110 ns	0,368 ns	0,076 ns	0,883 ns	0,737 ns
Prob F Inter. ³		0,111 ns	0,132 ns	0,980 ns	0,079 ns	0,670 ns	0,522 ns	0,251 ns	0,288 ns	0,344 ns	0,161 ns
CV%		62,06	36,73	42,65	26,68	38,83	19,22	48,26	16,60	34,46	15,12

¹Dieta 1 = Larvas de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae); Dieta 2 = ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inativados com ultravioleta e congelados; Qt. = tratamentos (densidades crescentes de diferentes quantidades de presas: larvas de *D. melanogaster* ou Ovos de *A. kuehniella*); C1, C2, C3 e C4 = consumo 1°, 2°, 3° e 4° instar; C2°-1°= diferença de consumo 2° e 1° instar; C3°-2°= diferença de consumo 3° e 2° instar; C4°-3°= diferença de consumo 4° e 3° instar; Cad= consumo dos adultos; Cad-4°= diferença de consumo dos adultos e 4° instar; PFIM = peso final dos adultos após 24 horas de nascidos (mg.); Consumo médio (mg.).

²Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5%. ³ns = não significativo; * = significativo a 5% pelo teste Duncan.

A hipótese da menor densidade de consumo perante aos ovos de *Anagasta kuehniella*, pode ter se dado devido o alimento possivelmente conter maior concentração de proteína em sua constituição nutricional e por isso menor ingestão, ou simplesmente os insetos desde a fase inicial de desenvolvimento estavam tendo problema referente à aceitação e assimilação da dieta.

Em C2 (consumo médio do 2º instar) apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Em C2, ambas as dietas tiveram comportamentos bem diferentes quanto ao consumo. Pode-se observar em C2 na dieta 1, que os maiores valores em consumos foram encontrados nas quantidades 2 e 5. Fato diagnosticado pela condição de quanto maior foi à disponibilidade de alimento ofertado, maior ocorrência no consumo do mesmo. Diferentemente em C2, na dieta 2 e quantidade 3 (12,45 a), embora de acordo com o tratamento 3 tenha sido oferecido menor quantidade de alimento quando comparado com o tratamento 5 (9,77 a); observou-se maior consumo na quantidade 3. Neste caso, pressupõe que seja fornecida menor quantidade de ovos de *Anagasta kuehniella* quando a joaninha estiver neste instar, ao qual já estará suprindo suas necessidades metabólicas.

Em C2º-1º (diferença de consumo 2º e 1º instar), apresentou uma diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Em C2º-1º, a dieta 1 apresentou valores de diferenças médias de consumo intermediários entre os tratamentos, de modo que a maior diferença de consumo médio ocorreu na quantidade 5 (12,07 a), propondo bom indicativo de suficiência entre as comparações. Entretanto, em C2º-1º na dieta 2, ocorreu pequena diferença entre médias de consumo nos tratamentos, sugerindo quanto ao fornecimento a menor diferença em quantidade de alimento aos insetos, neste caso (3,52 a), já estaria suprindo as necessidades diárias nesta fase de desenvolvimento das joaninhas, além do ganho em massa corporal ao final do experimento ter se dado de forma majoritária (8,62 a).

Em C3 (consumo médio do 3º instar), apresentou uma diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Em C3, o consumo médio dos tratamentos em ambas as dietas apresentaram valores médios de consumo bem discrepantes entre si, ressaltando observação na dieta 1, onde os maiores valores médios de consumo deram-se entre as quantidades 2 e 5 respectivamente. Diferentemente na dieta 2, em C3, o maior valor deu-se na quantidade 3. Observa-se em C3, acréscimo na demanda de consumo médio de alimento em ambas as dietas quando comparados com C2, provavelmente nesta fase de desenvolvimento dos insetos eles precisem de maior demanda de alimento diário para suprir suas necessidades fisiológicas e metabólicas.

Em C3º-2º (diferença de consumo médio 3º e 2º instar) apresentou uma diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Assim, pressupõe-se que as dietas tiveram efeitos significativos diferentes entre os tratamentos, onde se observou tanto na dieta 1, quanto na dieta 2 grande convergência entre as diferenças médias de consumo.

Em C4º (consumo médio do 4º instar), apresentou uma diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Em C4, observam-se incremento quanto a quantidade de consumo em ambas as dietas quando comparadas com C3, provavelmente pelo fato do inseto situar-se em seu último estágio larval antes da fase pupal, onde de acordo com sua fisiologia ele precisa acumular ao máximo metabólico para quando atingir a fase adulta; eles consigam sobreviver, permanecer saudável, e assim, consigam reproduzir-se e perpetuar a espécie. Esta observação é confirmada tanto na dieta 1, quanto na dieta 2, onde os índices de consumo deram-se crescentes em todos os tratamentos.

Em C4°-3° (diferença de consumo médio 4° e 3° instar), apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Neste caso, observaram-se discrepância nos valores médios da diferença de consumo em ambas as dietas. Sendo que em C4°-3° na dieta 1, a maior diferença média de consumo efetuou-se na quantidade 5 (31,96 a). Em contraposta em C4°-3° na dieta 2, a menor diferença média de consumo efetuou-se na quantidade 3 (3,85 a). Assim, em termos de redução de custos podemos observar que a quantidade 3 da dieta 2 seria a quantidade mais recomendada ao fornecimento dos insetos quando alimentos com ovos de *Anagasta kuehniella*, embora o ganho em massa corporal tenha se dado menor entre os demais pesos (6,20 a).

Em Cad (Consumo médio dos insetos adultos), apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Observou-se neste caso em questão, o aumento significativo quanto ao consumo de alimento nesta fase, onde provavelmente quando o inseto acaba de passar pela fase pupal e tornaram-se adultos; promoveu maior gasto das suas reservas metabólicas, e por este motivo, quando atingiram a fase adulta; eles tiveram a necessidade de consumir maior quantidade de alimento. Esta afirmação pode ser observada principalmente na dieta 1, onde apresentam médias de consumo maiores quando comparados com C4. Já na dieta 2, embora tenham apresentado média altas de consumo do alimento, porém, apresentaram diferenças intermediárias de valores entre si, sugerindo a quantidade 3 a dose mais recomendada quando almejamos redução dos custos de aquisição dos ovos de *Anagasta kuehniella*.

Em Cad-4° (diferença do consumo médio dos adultos e 4° instar larval), apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Neste caso, observa-se na dieta 1 pequena diferença entre os valores médios da diferença de consumo entre si, sendo que os maiores índices de diferença de consumo deram-se entre os tratamentos 3 e 5 respectivamente. Já na dieta 2, a diferença do consumo médio entre todos os tratamentos foram pequenos.

PFim (Pesagem final dos insetos), apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta de acordo com a análise de variância. Observou-se após todo o desenvolvimento larval até atingir a fase adulta, os insetos tiveram maior ganho de peso na dieta 1 com o tratamento 1 (15,77 a) e 5 (16,98 a) respectivamente, pois foram os que melhor responderam ao incremento e acúmulo de massa corpórea. Este fato provou favorecimento na sugestão quanto à utilização de *Drosophila melanogaster*, indicando maior contribuição do desenvolvimento dos insetos, sanidade e viabilidade durante os testes experimentais, e assim, poderão proporcionar melhor utilização para a criação de novas joaninhas. E, portanto, diminuindo a tendência quanto à dependência na utilização dos ovos de *Anagasta kuehniella* que prontamente poderão ser substituídos. Esta afirmação, pode ser constatada e comprovada com pesagem média dos insetos que foram alimentos com a dieta 2, onde o ganho em massa corpórea apresentou-se a metade quando comparadas com a dieta 1.

BARBOSA (2012) observou que a proporção de consumo de *Ferrisia virgata* (Hemiptera: Pseudococcidae) nos diferentes estádios de desenvolvimento por fêmeas de *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) variou significativamente. Fêmeas de *T. notata* consumiram aproximadamente 38%, 62% e 48% das ninfas neonatas de *F. virgata* quando oferecidas nas densidades de 40, 160 e 240 ninfas, respectivamente. No entanto, o consumo de ninfas de terceiro instar de *F. virgata* por fêmeas de *T. notata* variou de 1,8 presas na menor densidade (90%) a 3,3 presas na maior densidade ofertada (33%), de modo que para fêmeas de *F. virgata* o consumo oscilou de 0,8 a 1,9 presas (80% a 24%), entre a menor e a maior densidade ofertada.

MAIA et al. (2004), estudando a capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa*, observaram que, no primeiro ínstar, o consumo foi maior no intervalo entre 24 e 48 horas, em relação às primeiras 24 horas após a eclosão, passando de 4,8 para 13,8 pulgões, representando um aumento no consumo de cerca de 187%. Nos ínstars subsequentes, verificaram o inverso, ocorrendo maior consumo nas primeiras 24 horas após a ecdise, constatando-se reduções próximas a 38% e 112%, respectivamente, resultado também observado para a fase larval completa. O consumo total de *Rhopalosiphum maidis* por larvas de segundo ínstar durante as 24 horas após a ecdise aproximou-se de 18 e, para o terceiro, de 135, reduzindo para cerca de 10 e 63 pulgões, respectivamente, no período entre 24 e 48 horas. No entanto, o consumo médio diário para os três ínstars e fase larval, verificou-se um aumento de maneira concomitante ao desenvolvimento da larva, com 6,1 (7,2%) no primeiro ínstar, 13,0 (15,4%) no segundo ínstar e 65,4 pulgões/dia (77,4%) no terceiro ínstar, correspondendo a uma média diária de 28,2 pulgões consumidos durante toda a fase larval.

RIBEIRO (1988) constatou um menor incremento no número médio do pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 consumidos diariamente por larvas dessa mesma espécie a 25°C, verificando um aumento de 3,5 vezes para o terceiro ínstar, em relação às larvas de primeiro ínstar. Esta diferença pode ter sido relacionada com o tamanho, comportamento e qualidade nutricional da presa. De maneira semelhante, FONSECA et al. (2000) observaram, para os três ínstars e fase larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) a 24°C, um consumo médio diário de 3,4; 10,5; 76,7 e de 29,0 pulgões, respectivamente, evidenciando um incremento superior a vinte vezes entre o consumo no primeiro e terceiro ínstars.

4.2.2 Resposta funcional de *Coleomegilla maculata* alimentadas com duas presas alternativas em condições de laboratório

De acordo com as respectivas Figuras abaixo (7, 8, 9, 10, 11) correspondendo ao 1º, 2º, 3º, 4º ínstars larvais e adultos de *Coleomegilla maculata* por uma geração alimentada com duas presas alternativas em diferentes densidades nas condições de laboratório durante o período experimental, podemos observar uma resposta funcional Tipo II para todos os ínstars avaliados e fase adulta de *C. maculata*, conforme sugerido por HOLLING (1959), quando foram apresentadas as categorias de resposta funcional como Tipo I, II e III. Assim, em função do consumo ascendente com o aumento das diferentes densidades oferecidas de larvas de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella*, encontramos as respectivas respostas funcionais com características referentes ao Tipo II por teoria definida por HOLLING (1959), sendo que as regressões obtidas evidenciaram probabilidade de estabilização (platô) perante a capacidade predatória das joaninhas afidófagas. Provavelmente, se fossem feitos testes posteriores com maiores propostas de densidades de alimento ofertadas aos insetos, talvez pudessemos encontrar uma representação mais concreta e definida ao Tipo II de resposta funcional encontrada, diferentemente do Tipo I, onde ocorre em especial uma demonstração em forma de linearização quanto ao consumo de presas. A resposta funcional Tipo II geralmente é caracterizada em particular pela sua eficiência na regulação populacional das presas de modo geral, diante do fato promover equilíbrio ao nível de controle dos insetos pragas após os predadores sentir-se saciados, e assim, por consequência podem favorecer positivamente a auto-regulação (equilíbrio) na cadeia trófica de forma benéfica.

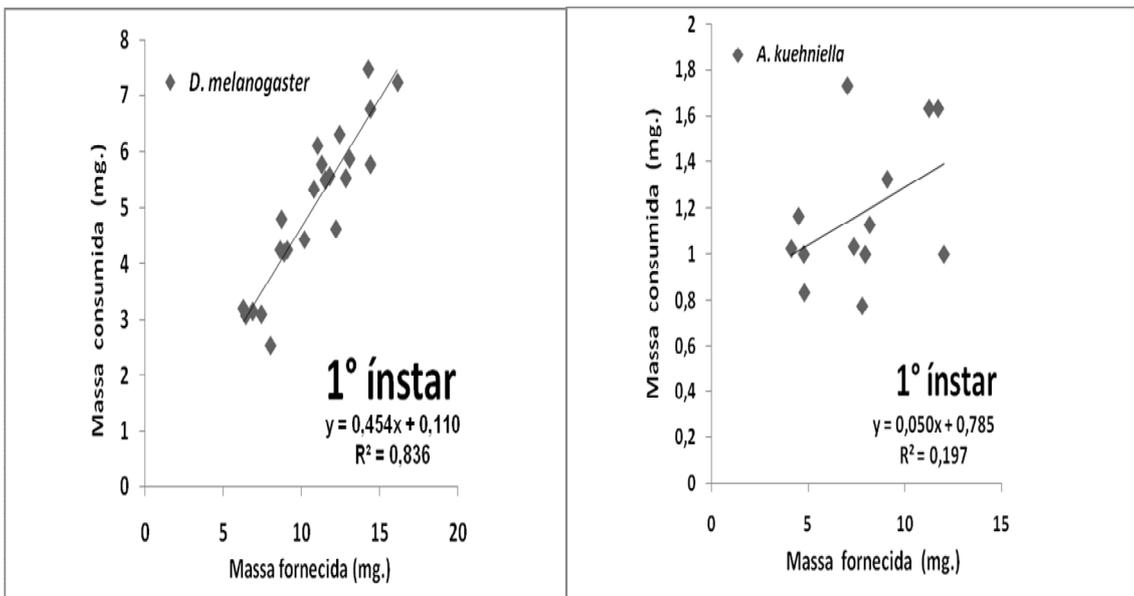


Figura 7. Resposta funcional do 1º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

BARBOSA (2012) encontrou a resposta funcional Tipo III para a espécie de joaninha *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) predando ninfas neonatas de *Ferrisia virgata* (Hemiptera: Pseudococcidae). Este tipo de resposta funcional foi caracterizado através da variação representativa das diferentes densidades de consumo ao longo do período experimental, seja pelo aumento na proporção de ninfas consumidas e logo após com posterior desaceleração do consumo, que pode ser mediado por fatores como saciedade e tempo para manipulação da presa.

DE BORTOLI et al. (2014) encontraram um tipo de resposta funcional obtido para *Cryptolaemus montrouzieri* criada sobre os diferentes substratos vegetais assemelhando, em parte, com os obtidos por GARCIA, ZAPATA e BEL (1975) para larvas do terceiro e quarto ínstaes de desenvolvimento de *Scymnus sp.* (Coleoptera: Coccinellidae). São também pertinentes aos citados por OFUYA e AKINGBOHUNGBE (1988), onde o predador *Cheilomenes lunata* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae), alimentando-se da presa *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae), apresentou resposta funcional do tipo II.

MAIA et al. (2004), constataram que as larvas nos três ínstaes e fase larval completa, obtiveram maior consumo em função do aumento na densidade da presa. Nas três maiores densidades, constataram resultados semelhantes quanto ao número de afídeos predados, diferindo das duas densidades menores, as quais também não variaram significativamente entre si. Contudo, obtiveram uma resposta funcional (Tipo II) para todos os ínstaes observado, conforme sugerido por HOLLING (1959), quando foram apresentadas as categorias Tipo I, II e III. Estes resultados assemelharam-se aos encontrados por FONSECA et al. (2000) para larvas de *Chrysoperla externa* alimentadas com *Schizaphis graminum*, que também verificaram uma resposta funcional Tipo II, diagnosticando a adaptação desse predador a diferentes espécies de presas. Porém, mesmo não alcançando um patamar para o consumo de *Aphis gossypii* por larvas de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), NORDLUNG e MORRISON (1990) constataram uma resposta funcional Tipo II. Do mesmo modo, com a *Chrysoperla cônica* (Walker, 1853) neste mesmo afídeo como presa, KABISSA et al. (1996) obtiveram o mesmo tipo de resposta funcional. De acordo com HOLLING

(1959), há um aumento significativo no consumo de presas quando fornecidas em densidades maiores, podendo ocorrer uma redução gradativa, até a estabilização (platô). Segundo GARCIA (1990), essa “estabilidade” ocorre em função da larva do predador sentir-se saciado, e a partir desse momento, ele não é mais capaz de promover consumo uma presa adicional.

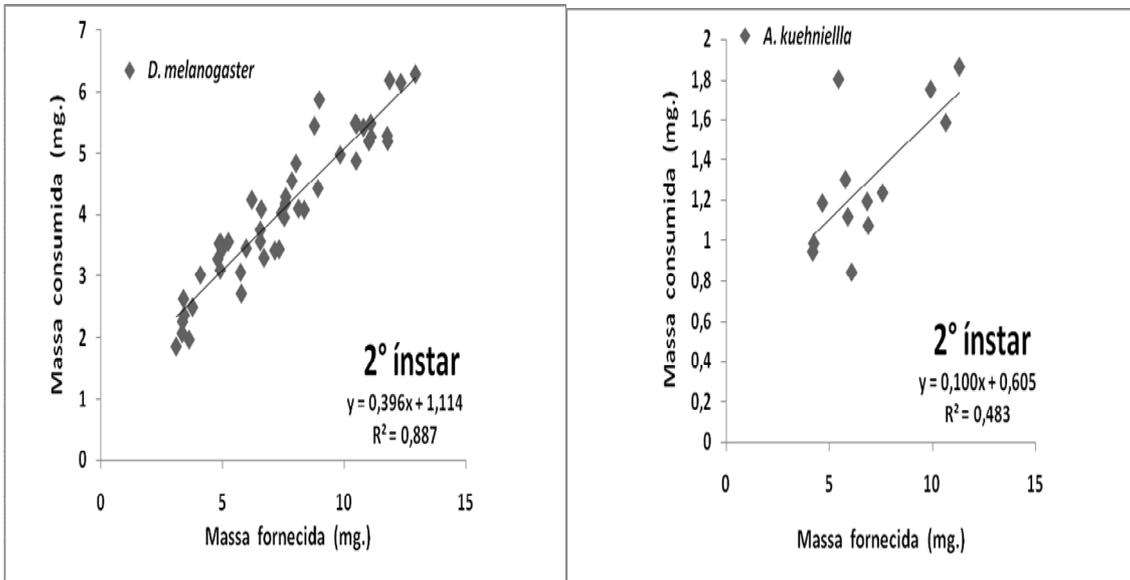


Figura 8. Resposta funcional do 2º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

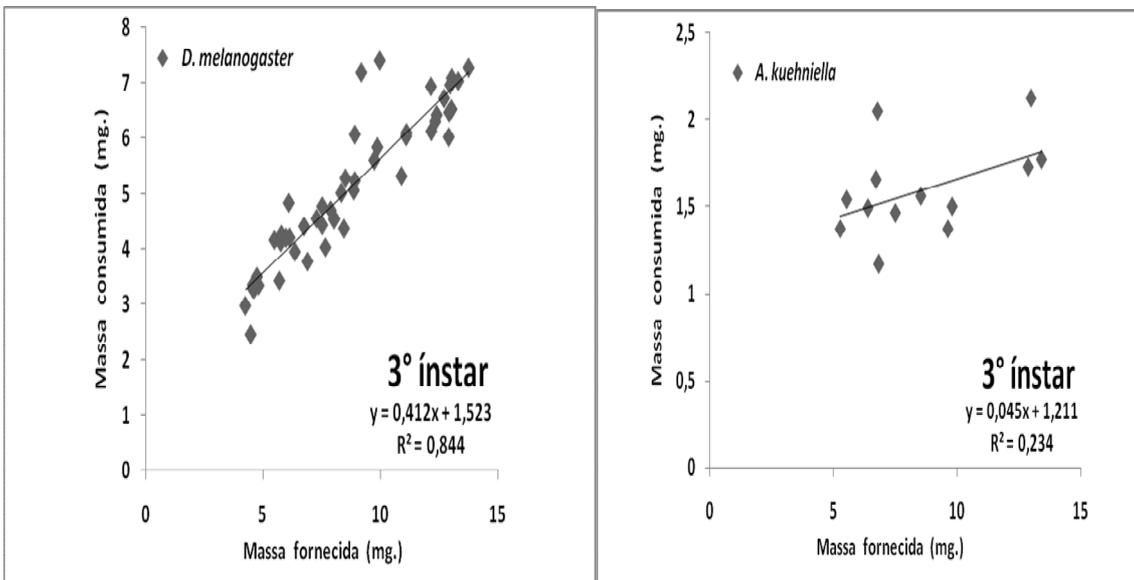


Figura 9. Resposta funcional do 3º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

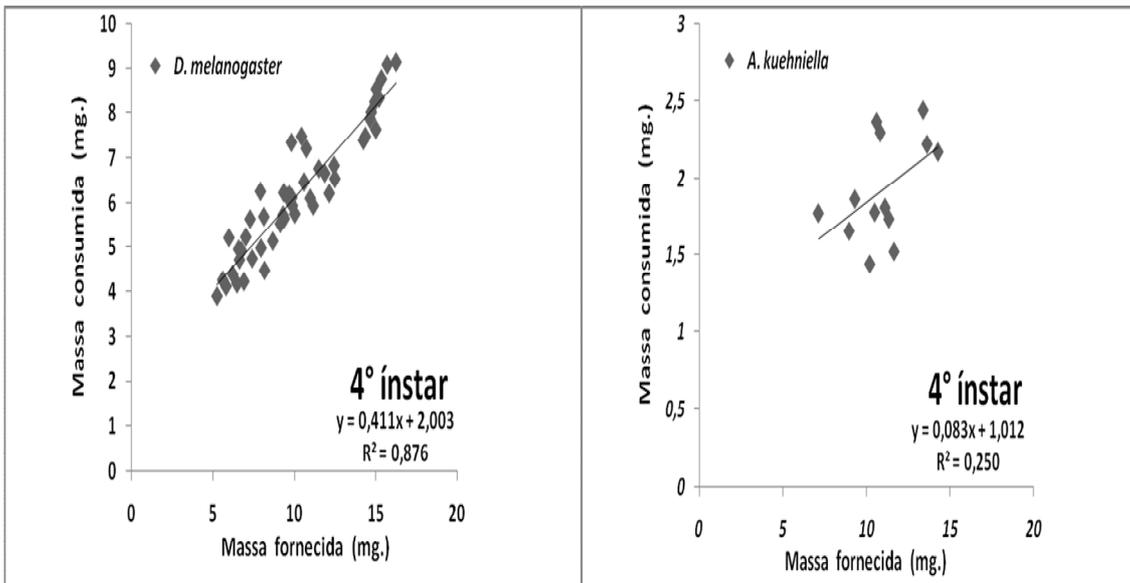


Figura 10. Resposta funcional do 4º ínstar de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

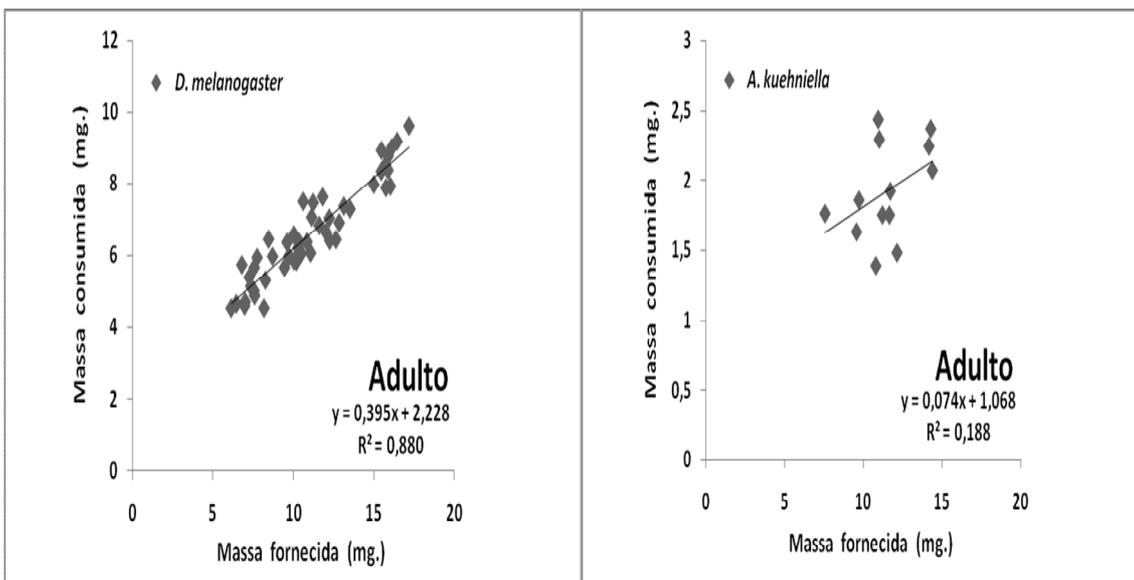


Figura 11. Resposta funcional do adulto de *Coleomegilla maculata* em função de diferentes densidades de *Drosophila melanogaster* e ovos de *Anagasta kuehniella* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

4.2.3 Análise de sobrevivência e mortalidade de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório

Podemos observar de acordo com os dados obtidos através do Teste Qui-quadrado que a probabilidade apresentou-se altamente significativa ($P = 0,00\%$) (Tabela 7). Portanto, neste caso a mortalidade interferiu ou promoveu danos à criação principalmente no tratamento com ovos de *Anagasta kuehniella*, de modo, que interferiu na resposta funcional de *C. maculata* em condições de laboratório durante a fase experimental. Esta afirmação pode ser observada diante do maior índice de mortalidade ter ocorrido a partir do tratamento 6 em diante. Fato corroborado e possível

probabilidade dos ovos de *A. kuehniella* durante o seu período de armazenamento em freezer possam vir a ter levado a perda de sua conservação e durabilidade quanto à validade, devido à possibilidade de variações e oscilações de temperaturas de armazenamento que por ventura possa vir a ter causado prejuízos na manutenção dos ovos e quando ministrados ou fornecidos aos insetos durante a fase experimental possam ter causado problema de toxicidade a ingestão dos ovos pelos insetos.

Tabela 7. Taxa de sobrevivência e mortalidade de *Coleomegilla maculata* alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Tratamento	Mortos	Vivos	Freq esp	F. obs	Teste Qui-quadrado	
1	3	12	7,7	7,3	2,868	3,026
2	3	12	7,7	7,3	2,868	3,026
3	2	13	7,7	7,3	4,219	4,450
4	6	9	7,7	7,3	0,375	0,395
5	2	13	7,7	7,3	4,219	4,450
6	11	4	7,7	7,3	1,414	1,491
7	11	4	7,7	7,3	1,414	1,491
8	13	2	7,7	7,3	3,648	3,847
9	14	1	7,7	7,3	5,154	5,436
10	12	3	7,7	7,3	2,401	2,532
Total	77	73			X ² =	58,735
					Prob =	0,000***

Podemos observar de acordo com os dados obtidos através do Teste Qui-quadrado que a probabilidade apresentou-se altamente significativa ($P = 0,00\%$) (Tabela 8). Portanto, neste caso a dieta com ovos de *Anagasta kuehniella* influenciou nas taxas de mortalidade de *C. maculata*, de modo, promoveu incremento na ocorrência das mortes das joaninhas (61 mortos). E assim, causou dano à resposta funcional de *C. maculata* durante a fase experimental em condições de laboratório.

Tabela 8. Influência das dietas na taxa de mortalidade e sobrevivência de *Coleomegilla maculata* no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas	Mortos	Vivos	Freq esp	F. obs	Teste Qui-quadrado	
<i>D. melanogaster</i>	16	59	38,5	36,5	13,149	13,869
<i>A. kuehniella</i>	61	14	38,5	36,5	13,149	13,869
Total	77	73	77	73	X ² =	54,038
					Prob =	0,000***

Quanto ao tempo de sobrevivência de *C. maculata* em relação a quantidade de dieta ofertada (Tabela 9), observou-se que não ocorreram diferença significativa nos quesitos quantidade e interação respectivamente de acordo com a análise de variância. Entretanto, apresentou diferença altamente significativa no quesito dieta apresentando probabilidade ($P = 0,27\%$). Embora de acordo com os dados obtidos tenha apresentado diferença significativa apenas para o quesito dieta, este fato é de suma importância observar quando se comparam a duração média em dias de sobrevivência dos insetos para ambas as dietas estudadas. A média em dias da dieta 1 (1,77 b) e a média da dieta 2

(8,81 a) se diferenciam consideravelmente entre si, fato corroborado pela grande diferença de sobrevivência das joaninhas perante o fornecimento das dietas.

Esta resposta pode ser o primeiro indício de que os insetos tratados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Dieta 2) tiveram maior resistência quanto à sobrevivência quando ministrados com a respectiva dieta, onde provavelmente estavam enfrentando período adaptação ou resistência a sobrevivência pelo fato de possivelmente estarem sendo intoxicados dia a dia pela dieta, e deste modo, estavam talvez evitando a ingestão por maior período em dias até que não fosse mais possível, ocasionando em maior incremento do número de indivíduos mortos tratados com ovos de *A. kuehniella*.

Tabela 9. Duração média (em dias) de sobrevivência *Coleomegilla maculata* em função da densidade de consumo alimentada com duas dietas alternativas no laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dietas	Qt. ¹	Sobrevivência ²
Média Geral Quantidades	1	3,95 a
	2	3,28 a
	3	5,00 a
	4	8,37 a
	5	5,83 a
1	1	2,00 a
	2	1,67 a
	3	1,00 a
	4	3,16 a
	5	1,00 a
Média Dieta 1		1,77 b
2	1	5,91 a
	2	4,90 a
	3	9,00 a
	4	13,57 a
	5	10,67 a
Média Dieta 2		8,81 a
Média Geral		5,29
Prob F Dieta		0,0027 *
Prob F Quantidade		0,541 NS
Prob F Interação		0,660 NS
CV%		60,85

¹Qt. = tratamentos; Dados transformados \sqrt{x} .

²Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5%.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados analisados dos parâmetros biológicos e resposta funcional obtidas de *Eriopis connexa* e *Coleomegilla maculata*, conclui-se:

1 – As espécies de joaninhas *Eriopis connexa* e *Coleomegilla maculata* demonstram aceitar igualmente larvas vivas de *Drosophila melanogaster* e ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* como presas alternativas e apresentam a mesma resposta funcional (Tipo II) quando essas presas são ofertadas.

2 – A dieta com larvas de *Drosophila melanogaster* demonstra eficiência quanto a sua utilização pelas joaninhas afidófagas testadas, de modo que os ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* poderão ser substituídos por essa dieta; além proporcionar redução nos custos de criação massal em laboratório.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARIOLAND. Disponível em: <<http://aquarioland2000.tripod.com/drosophila.htm>>
Acesso em: 20 maio 2012.

AGARWALA, B.K.; YASUDA, H. Competitive ability of ladybird predators of aphids: a review of *Cheilomenes sexmaculata* (Fabr.) (Coleoptera: Coccinellidae) with a worldwide checklist of preys. **Journal of Aphidology**, v.14, p.1-20, 2000.

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

ALJETLAWI, A.A.; SPARREVIK, E.; LEONARDSSON, K. Prey-predator size dependent functional response: derivation and rescaling to the real world. **J. Anim. Ecol.** 73: 239–252, 2004.

BARBOSA, P.R.R. **Desempenho de *Tenuisvalvae notata* (MULSANT) (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes presas e sua predação sobre *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae)**. 81f. 2012. Dissertação de mestrado (Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

DE BORTOLI, S.A.; GRAVENA, A.R.; VACARI A.M.; DE LAURENTIS, V.L.; DE BORTOLI, C.P. Resposta funcional da joaninha *Cryptolaemus* predando cochonilha branca em diferentes temperaturas e substratos vegetais. **Revista Caatinga**, v.27, p.6-71, 2014.

CHAKUPURAKAL, J.; MARKHAM, R.H.; NEUENSCHWANDER, P.; SAKALA, M.; MALAMBO, C.; MULWANDA, D.; BANDA, E.; CHALABESA, A.; BIRD, T.; HAUG, T. Biological control of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae), in Zambia. **Biol. Control**, v.4, p.254-262, 1994.

CANARD, M.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y; NEW, T. R. (Ed). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984. p.92-129.

CASAS, J.; GURNEY, W.S.C.; NISBET, R.; ROUX, O. A probabilistic model for the functional response of a parasitoid at the behavioural time-scale. **J. Anim. Ecol.**, v.62, p.194-202, 1973.

CORREIA, A.C.B.; BERTI FILHO, E. Aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* Mader, 1950 (Coleoptera, Coccinellidae), predador de psilídeos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.333-345, 1988.

DREYER, B.S.; NEUENSCHWANDER, P.; BAUMGÄRTNER, J.; DORN, S. Trophic influences on survival, development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Col., Coccinellidae). **J. Appl. Entomol.**, v.121, p.249p256, 1997a.

- EICHLER, M. R.; REIS, E.M. 1976. **Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídeos *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 3.ed. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1976. 20p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar. **Sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA/DEX. 2003.
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.251-263, 2001.
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p.309-317, 2000.
- FLANDERS, S.E. *Coccidophilus citricola* Brèthes, a predator enemy of red and purple scales. **Journal of Economic Entomology**, v.29, p.1023- 1024, 1936.
- FRAZER, B.D. **Predators**. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.). Aphids: their biology, natural enemies and control. 1988. v.B, p. 217-230.
- GARCIA, M.A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1990. p.289-311.
- GARCIA, U.B. Estudio de laboratorio sobre biología y predacion de *Scymnus* sp. sobre *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, v.17, p.54-59, 1974.
- GARCIA, U.B.; ZAPATA, M.T.; BEL, A.N. Respuesta funcional y numérica de *Scymnus* sp. a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, v.18, p.53-58, 1975.
- 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.
- GRAVENA, S. Insetos benéficos na Gravena. Disponível em: <<http://www.gravena.com.br/insebenefico.htm>>. Acesso em: 28 maio 2008.
- HASSELL, M.E. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton, Princeton University Press, 1978. 237p.
- HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v.7, p.289-326, 1962.
- HE, J.L.; MA, E.P.; SHEN, Y.C.; CHEN, W.L.; SUN, X.Q. Observations of the biological characteristics of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of the Shanghai Agricultural**, v.12, p.119-124, 1994.

HERREN, H.R.; NEUENSCHWANDER, P. Biological control of cassava pests in Africa. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.257-83, 1991.

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

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

HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.163-182, 1961.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v.91, p.385-398, 1959.

HU, Y.S.; WANG, Z.M.; NING, C.L.; PI, Z.Q.; GAO, G.Q. The functional response of *Harmonia axyridis* (Leis) to their prey of *Cinara* sp. **Jouranl Natural Enemies of Insects**, v.11, p.164-168, 1989.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.323-342, 1999.

KABISSA, J.C.B.; KAYUMBO, H.Y.; JULIANO, S.A. Functional responses of two chrysopid feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, v.41, p. 141-151, 1996.

LEE, J.H.; KANG, T.J. Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in the laboratory. **Biological Control**, v.31, p.306-310, 2004.

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.

LOU, H.H. Functional response of *Harmonia axyridis* to the density of *Rhopalosiphum prunifoliae*. **Journal Natural Enemies of Insects**, v.9, p.84-87, 1987.

MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T.J.A. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.1259-1268, 2004.

MACHADO, V.L.R. **Morfologia e aspectos biológicos de *Olla vni-grum* (Mulsant, 1866) e *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1850 (Col., Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth)**. 61f. 1982. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- MARINONI, R.C.; GANHO, N.G.; MONNÉ, M.L.; MERMUDES, J.R.M. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 63 p.
- MILONAS, P.G.; KONTODIMAS, D.C.; MARTINOU, A.F. A predators functional response: influence of prey species and size. **Biological Control**, v.59, p.141-146, 2011.
- MUNYANEZA, J.; OBRYCKI, J.J. Reproductive response of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Colorado potato beetle (Coleoptera: Crysomelidae) eggs. **Environmental Entomology**, v.26, p.1270-1275, 1997.
- MURDOCH, W.W.; OATEN, A. Predation and population stability. **Advances in Ecological Research**, v.9, p.1-131, 1975a.
- MURDOCH, W.W.; OATEN, A. Switching, functional response and stability in predator-prey systems. **The American Naturalist**, v.109: 299-318, 1975b.
- NORDLUND, D.A.; MORRISON, M.J. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.57, p.237-242, 1990.
- OBRYCKI, J.J.; KRING, T.J. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.295-321, 1998.
- OFUYA, T.I.; AKINGBOHUNGBE, A.E. Functional and numerical response of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**, v.9, p.543-546, 1988.
- OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinélídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-dopinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Homoptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.529-533, 2004.
- OMKAR, B.R.B. Prey quality dependent growth, development and reproduction of a biocontrol agent, *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.665-673, 2004.
- OMKAR, P.A. Influence of prey deprivation on biological attributes of pale morphs of the ladybeetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). **Insect Science and its Application**, v.23, p.143-148, 2003b.
- OMKAR, P.A. Predaceous coccinellids in India: Predatorprey catalogue. **Oriental Insects** 38: 27 –
- O'NEIL, R.J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insects pests in agricultural systems. In: BAKER, R.R.; DUNN, P.E. (Ed.) **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Academic, 1990. p.83-86.

O'NEIL, R.J. Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v.26, p.1183-1190, 1997.

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

RIDGWAY, R.L.; MURPHY, W.L. Biological control in the field. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984. p.220-228.

ROMERO R.R.; CUEVA, M.C.; OJEDA, D.P. Morfologia, ciclo biológico y comportamiento de *Scymnus* (Pullus) sp. (Col.: Coccinellidae). **Revista Peruana de Entomologia**, v.17, p.42-47, 1974.

SAMPAIO, M. V. **Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck, 1912 (Hymenoptera: Aphididae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e preferência por *M. persicae* e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)**. 1999. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; GONÇALVES-GENÁRIO, R.C.R.; TORRÊS, R.M.; 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, p.1273-1278, 2001.

SANTOS, T.M. **Aspectos morfológicos e efeito da temperatura sobre a biologia de *Scymnus* (Pullus) *argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentados com o pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae)**. 1992. 107f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG.

SANTOS, T.M.; JÚNIOR, A.L.B.; SOARES, J.J. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. **Bragantia**, v. 62, p. 243-254, 2003.

SANTOS, G.P.; PINTO, A.C.Q. Biologia de *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, p.473-476, 1981.

SOLOMON, M.E. **The natural control of animal populations**. J. Anim. Ecol., v.18, p.1-35, 1949.

STEARNS, S.C. **The evolution of life histories**. Oxford: Oxford University Press, 1992. 262p.

TREXLER, J.C.; CHARLES, E.M.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? *Oecologia*, v.76, p.206-214, 1988.

TORRES, J.B., SILVA TORRES, C.S.A.; RUBERSON, J.R. Effect of two prey types on life history characteristics and predation rate of *Geocoris floridanus* (Heteroptera: Geocoridae). **Environmental Entomology**, v.33, p.964-974, 2004.

VAN DEN BOSCH, R; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. Natural enemies. In: VAN DEN BOSCH; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982a. p. 37-58.

VIEIRA, G.F.; BUENO, V.H.P.; AUAD, A.M. Resposta funcional de *Scymnus Pullus argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.495-502, 1997.