

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

DISSERTAÇÃO

Aceitação de Polens de Apiaceae por *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) e Efeito de Diferentes Dietas na Sua Biologia

Vinícius de Abreu D'Ávila

2012



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

**ACEITAÇÃO DE POLENS DE APIACEAE POR *Coleomegilla maculata*
DeGeer (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E EFEITO DE
DIFERENTES DIETAS NA SUA BIOLOGIA**

VINÍCIUS DE ABREU D'ÁVILA

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

e Co-orientação da Professora
Dr^a. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves

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**.

Seropédica, RJ
Agosto de 2012

Ficha catalográfica

595.769

D259a

T

D'Ávila, Vinícius de Abreu, 1987 -

Aceitação de polens de apiaceae por *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) e efeito de diferentes dietas na sua biologia / Vinícius de Abreu D'Ávila - 2012.

85 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 bibliografia.

1. Joanelha (Inseto) - Teses. 2. Joanelha (Inseto) - Alimentos - Teses. 3. Inseto predador - Teses. 4. Pragas agrícolas - Controle biológico - Teses. 5. Umbelífera - Pólen - 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.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”.

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

ACEITAÇÃO DE POLENS DE APIACEAE POR *Coleomegilla maculata* DeGeer
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E EFEITO DE DIFERENTES DIETAS NA
SUA BIOLOGIA

VINÍCIUS DE ABREU D'ÁVILA

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 31/08/2012.

BANCA EXAMINADORA:

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

Cláudia Barbieri Ferreira Mendonça. Dr^a. Museu Nacional/UFRRJ

Alessandra de Carvalho Silva. Dr^a. Embrapa Agrobiologia

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Silvana e Denarte, pelo amor incondicional e esforços imensuráveis dedicados a mim e à minha avó Silvia por me encher de orgulho em ser seu neto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar tantas bênçãos, inclusive a gratificação de mais uma realização em minha vida.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), particularmente ao Instituto de Biologia (IB), pela oportunidade oferecida para a realização do Curso de Pós-Graduação em 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 para realização do meu mestrado no PPGFBA.

À FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) pela concessão de auxílio financeiro, por intermédio do Programa Pensa Rio - Apoio ao Estudo de Temas Relevantes e Estratégicos para o Estado do RJ – 2009 (Edital FAPERJ N.º 16/2009 - Processo E-26/110.287/2010).

À minha orientadora Dr^a. Elen de Lima Aguiar Menezes (UFRRJ/IB/DENF/CIMP), pela orientação, confiança, ensinamentos, amizade e principalmente por ser inspiração do exemplo profissional que um dia eu desejo ser.

À minha co-orientadora, Dr^a. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves (Depto. de Botânica/Museu Nacional/UFRJ), pela paciência, apoio e por sempre me receber com um sorriso no rosto.

Ao professor Dr. Renato Nunes Pereira (UFRRJ/ICE/Depto. Matemática) que me auxiliou em todas as análises estatísticas dos experimentos e, no fim, tornou-se um amigo.

Aos estagiários do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DENF) da UFRRJ, Alexandro Marcos, Saulo José de Melo e, em especial, a Tamires Medeiros dos Santos, pois afinal, a ajuda deles foi fundamental para viabilização desse trabalho.

Aos demais colegas do CIMP, Alice Teodorio Lixa, Jéssica Aline Sousa Barros, Daniel Ferreira de Moraes, Michela da Rocha Leal, Gabriela Pereira da Silva, Eduardo da Silva, Leilson Novaes de Arruda, Tássia Azevedo Silva e Gilmar Júnior Brum de Melo, ou preferencialmente, Júnior, pela valiosas contribuições e amizade durante a condução dos experimentos.

A toda equipe do Laboratório de Palinologia do Depto. de Botânica do Museu Nacional/UFRJ, em especial ao Pedro César Teixeira de Souza, Dr^a. Claudia Barbieri Ferreira Mendonça e M.Sc. Simone Cartaxo Pinto, que não mediram esforços em me auxiliar quando se fez necessário.

Ao secretário do PPGFBA, Roberto Tadeu Souza de Oliveria, aos funcionários do DENF, Ary Santiago, João dos Reis Quintaes e Hemyson Porto de Souza, e aos funcionários terceirizados, João José dos Santos, Jairo dos Santos, Ivanete Ferreira, Elaine Azevedo, Adriana Silva de Araújo e Ana Paula, por me darem suporte no que foi preciso.

Aos professores do PPGFBA por toda contribuição ao meu conhecimento.

Aos colegas do PPGFBA, em especial a Diene Elen Miranda da Silva, Tathiane Pastana de Sousa Poltronieri, Francisco Lúcio da Silva Beltrão, Natalia Arruda Sanglard, Rafaela Andrade Dias e Kandice de Alencar Andrade, por vivenciarem juntamente a mim todos os sonhos e receios ao longo desses dois anos de duração do curso.

Aos meus amigos de república Janaína Gonçalves, Antônio Amorim e André Guimarães, por representar minha segunda família nesse período longe de casa.

Aos meus pais, Denarte e Silvana, que dedicaram toda a vida à felicidade dos filhos.

Aos meus irmãos Hugo, Matheus e Carolina por me acompanharem durante toda a minha vida.

Aos meus familiares por serem a base de tudo que eu sou.

Aos meus amigos, os de longe e os de perto, que de maneira direta e indireta me deram força para continuar, se tentar citar um a um, corro risco de me esquecer de alguém em especial, mas preciso registrá-los aqui, pois são pessoas que durante a vida jamais irei esquecer.

E finalmente, a todos que um dia irão ler essa dissertação.

O Meu Muito Obrigado!

RESUMO GERAL

D'ÁVILA, Vinícius de Abreu. **Aceitação de polens de Apiaceae por *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) e efeito de diferentes dietas na sua biologia.** 2012. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

O controle biológico é um importante método para regular as populações de pragas em um sistema de produção agrícola sustentável, pois é uma alternativa promissora ao uso de agrotóxicos orgânicos sintéticos que causam grandes impactos ecotoxicológicos. As joaninhas predadoras fazem parte dos agentes de controle biológico de pragas agrícolas, podendo ser manejadas pelas três estratégias de controle biológico: clássico, conservativo e aumentativo. No presente trabalho, buscou-se gerar conhecimento para uso da joaninha predadora afidófaga *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) sob a perspectiva das duas últimas estratégias. O controle biológico conservativo envolvendo insetos predadores baseia-se no fato de que, na ausência ou escassez da presa preferencial ou na presença de outras presas de qualidade inferior, podem usar alimentos alternativos, tais como pólen, para garantir sua sobrevivência e, por vezes, sua reprodução e, por isso, espécies botânicas provedoras desse recurso floral devem integrar a paisagem agrícola, dentro e/ou no entorno da propriedade agrícola; enquanto o controle aumentativo requer a multiplicação do predador no laboratório, podendo se valer de presas naturais ou artificiais. Apesar de alguns autores comprovarem a visitação das flores de algumas espécies de Apiaceae por *C. maculata*, não há relatos na literatura da ingestão de grãos de pólen dessa família botânica por essa joaninha. Nesse contexto, este trabalho foi conduzido a fim de selecionar espécies de plantas cujas flores sejam fonte de pólen como alimento alternativo ou complementar para *C. maculata* na perspectiva de compor a vegetação dos agroecossistemas para contribuir na conservação dessa joaninha, e/ou auxiliar na criação massal da mesma em condições de laboratório. O objetivo do capítulo I foi comprovar a ingestão de pólen de três espécies da família Apiaceae [coentro (*Coriandrum sativum* L.), endro (*Anethum graveolens* L.) e erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.)] a partir da oferta de suas flores para larvas de 4º instar e adultos de *C. maculata*. Constatou-se a presença de grãos de pólen nas cinco repetições de todos os tratamentos, comprovando a ingestão de pólen dessas três Apiaceae a partir de suas flores por *C. maculata*. Em 24 horas de exposição, os adultos consumiram em média mais pólen de endro em comparação aos polens de coentro e erva-doce, enquanto que as larvas consumiram mais pólen de erva-doce. O objetivo do capítulo II foi determinar a adequabilidade de nove dietas para *C. maculata*, incluindo oferta de pólen de duas espécies de Apiaceae (coentro e endro), em condições controladas de laboratório. Apesar das dietas apenas com flores dessas duas Apiaceae não proporcionarem o desenvolvimento completo de *C. maculata*, elas usadas com complementação da alimentação com ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) possibilitam a redução do período larval, aumento no número de ovos por postura e aumento do peso corpóreo. A dieta com larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) não foi só comprovada como alimento essencial como também resultou em adultos de maior peso corpóreo e um aumento no número de ovos por postura em comparação à alimentação apenas com ovos de *A. kuehniella*.

Palavras-chave: Joaninha afidófaga, polinivoria, alimento artificial, parâmetros biológicos e reprodutivos, plantas atrativas a insetos predadores, controle biológico conservativo, controle biológico aumentativo.

GENERAL ABSTRACT

D'ÁVILA, Vinícius de Abreu. **Acceptance of pollens of Apiaceae by *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) and effect of different diets in its biology.** 2012. 85 p. Dissertation (Master Science in Phytossanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The biological control is as important method to regulate the pest populations in a system of sustainable agricultural production, because it is a promising alternative to the use of the organic synthetic pesticides that cause great ecotoxicological impacts. The predator ladybeetles are part of the biological control agents of agricultural pests, could be management by the three biocontrol strategies: classical, conservative and augmentative. In the present work, it was tried to generate knowledge for using the aphidophagous predator ladybeetle *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) under the perspective of the last two strategies. The conservative biological control involving predator insects bases on the fact that in the absence or scarceness of their preferential prey or in the presence of the other preys with inferior nutritional quality, they may use alternative foods, such as pollen, to guarantee their survivorship and, sometimes, their reproduction, and because of that botanical species that provide this floral resource might integrate the agricultural landscape, inside and/or around the agricultural property; meanwhile the augmentative control requests the multiplication of the predator in the laboratory, using natural or artificial preys. Even though some authors proved the visitation of the flowers of some species of Apiaceae by *C. maculata*, there are no records in the literature of the ingestion of pollen grains of this botanical family by this ladybeetle. In this context, this work was carried out with the aim to select the plant species whose flowers are source of pollen as alternative or complementary food to *C. maculata* in the perspective to compose the vegetation of the agroecosystems to contribute in the conservation of this ladybeetle, and /or to aid in its mass rearing in the laboratory conditions. The objective of the chapter I was to prove the ingestion of pollen of three species of the family Apiaceae [coriander (*Coriandrum sativum* L.), dill (*Anethum graveolens* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)] from the provision of their flowers to the larvae of the 4th instar and adults of *C. maculata*. It was observed the presence of pollen grains in the five replicates of all treatments, proving the ingestion of the pollen of these three species of Apiaceae from their flowers by *C. maculata*. At 24 hours of exposition, adults fed on average more pollen of dill than pollens of coriander and fennel, while the larvae consumed more pollen of fennel. The objective of the chapter II was to determine the suitability of nine diets to *C. maculata*, including provision of pollen of the two species of Apiaceae (coriander and dill), under controlled conditions of the laboratory. Even though the diets with only flowers of these two Apiaceae did not provided the full development of *C. maculata*, they used as complementary food with eggs of *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) resulted in reduction of larval period, increased the egg number by cluster, and increased the body weight. The diet with alive larvae of *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) was proved to be an essential food as well as resulted in adults with higher body weight, and the number of eggs per cluster increased in comparison with the feeding with only eggs of *A. kuehniella*.

Key words: Aphidophagous ladybeetle, pollinivory, factitious food, biological and reproductive parameters, attractant plants to predator insects, conservation biological control; augmentative biological control.

LISTAS DE FIGURAS

CAPITULO I

- Figura 1.** Indivíduos da criação de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) do CIMP. (A) Casal realizando a cópula; (B) Fêmea ovipositando; (C) Larva de 4º instar em cima de flores de coentro (*Coriandrum sativum* L.); e (D) Pupa. 31
- Figura 2.** Divisão dos indivíduos de *Coleomegilla maculata* nos diferentes tratamentos..... 33
- Figura 3.** Flores ofertadas a larvas e adultos de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório: (A) flores de coentro; (B) flores de endro; e (C) flores de erva-doce..... 34
- Figura 4.** Gaiolas usadas no experimento de oferta de flores às larvas e aos adultos de *Coleomegilla maculata*. (A) Vista externa da gaiola; (B) Vista interna da gaiola, mostrando buquês de flores de coentro. 34
- Figura 5.** Fotomicrografia de grãos de pólen de Apiaceae. (A) vista polar e (B) vista equatorial do grão de pólen de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.); (C) vista equatorial e (D) superfície do grão de pólen de coentro (*Coriandrum sativum* L.); (E) vista polar e (F) vista equatorial do grão de pólen de endro (*Anethum graveolens* L.). Escala 5 µm. 37

CAPITULO II

- Figura 1.** Percentual de um total de 100 larvas de primeiro instar alimentadas com dietas inviáveis que atingiram os instares seguintes. (A) Oferta de flores de endro. (B) Oferta de mel. (C) Oferta de flores de coentro. (D) Oferta apenas de água..... 68

LISTAS DE TABELAS

CAPITULO I

- Tabela 1.** Número total de grãos de pólen de três espécies de Apiaceae recuperados em adultos e larvas de quarto instar de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores dessas espécies em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). 38
- Tabela 2.** Análise de variância para os dados transformados referentes à ingestão de pólen de três espécies de Apiaceae por duas fases de desenvolvimento de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores dessas espécies em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). 39
- Tabela 3.** Número médio de grãos de pólen de três espécies ingeridos durante a fase adulta e larval de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). 39
- Tabela 4.** Número de grãos de pólen em dois tempos de exposição diante da interação de três espécies de Apiaceae e fase adulta (F_1) de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). 41

CAPITULO II

- Tabela 1.** Características do comportamento reprodutivo ($n = 24$ repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) 58
- Tabela 2.** Duração média, em dias, do período embrionário ($n = 100$ repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) 59
- Tabela 3.** Duração média, em dias, dos diferentes instares larvais, pré-pupa ($n = 100$ repetições/tratamento)¹ e pupa ($n = 80$ repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com a oferta de cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) 61
- Tabela 4.** Duração média, em dias, do período larval ($n = 80$ repetições/tratamento)¹ e do ciclo biológico ($n = 80$ repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) 63
- Tabela 5.** Efeito médio das dietas no peso vivo do adulto ($n = 80$ repetições/tratamento), em miligramas, de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). 65
- Tabela 6.** Duração média, em dias, do período de sobrevivência de *Coleomegilla maculata* na oferta de quatro diferentes dietas não-viáveis em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) 66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Biologia dos Coccinellidae (Insecta: Coleoptera)	4
2.2 Uso dos Coccinellidae no Controle Biológico de Pragas	8
2.3 Criação Massal e Aceitabilidade das Presas de Coccinellidae	10
2.4 Efeitos da Provisão de Flores em Parâmetros Biológicos de Insetos Entomófagos.....	12
2.5 Espécies de Apiaceae como Possível Fonte de Pólen para <i>Coleomegilla maculata</i>	15
2.5.1 <i>Anethum graveolens</i> L. (endro)	16
2.5.2 <i>Coriandrum sativum</i> L. (coentro).....	16
2.5.3 <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. (erva-doce).....	16
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPITULO I	27
CAPACIDADE DE INGESTÃO DE PÓLEN DE TRÊS ESPÉCIES DE APIACEAE POR <i>Coleomegilla maculata</i> DeGeer (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)	27
RESUMO.....	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Procedência dos Insetos.....	31
2.2 Criação de <i>C. maculata</i> em Laboratório.....	31
2.3 Escolha e Cultivo das Apiaceae e Caracterização dos Seus Grãos de Pólen	32
2.4 Descrição dos Experimentos em Laboratório.....	33
2.5 Avaliação da Ingestão de Grãos de Pólen pelas Joaninhas pelo Método de Acetólise	35
2.6 Análise Estatística	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1 Caracterização Morfológica dos Grãos de Pólen das Apiaceae	37
3.2 Recuperação dos Grãos de Pólen Ingeridos por Adultos e Larvas de <i>C. maculata</i>	38
4 CONCLUSÕES.....	43
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO II.....	49

ADEQUABILIDADE DO PÓLEN DE DUAS ESPÉCIES DE APIACEAE E OUTRAS DIETAS ARTIFICIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE <i>Coleomegilla maculata</i> (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....	49
RESUMO.....	50
ABSTRACT	51
1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
2.1 Procedência de <i>Coleomegilla maculata</i>	53
2.2 Obtenção da Geração F ₁ Experimental de <i>Coleomegilla maculata</i>	53
2.3 Dietas Testadas para <i>Coleomegilla maculata</i>	53
2.4 Descrição dos Experimentos de Laboratório.....	55
2.5 Efeito das Dietas Viáveis.....	55
2.5.1 Comportamento reprodutivo	55
2.5.2 Fase de ovo, larva, pré-pupa e pupa	55
2.5.3 Duração do período larval e do ciclo biológico.....	56
2.5.4 Fase adulta – peso vivo dos adultos	56
2.6 Efeito das Dietas Inviáveis	56
2.7 Análise Estatística	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1 Efeito das Dietas Viáveis nos Parâmetros Biológicos de <i>Coleomegilla maculada</i>	58
3.1.1 Período de pré-oviposição e número de ovos por postura.....	58
3.1.2 Fase de ovo	59
3.1.3 Fase de larva, pré-pupa e pupa	60
3.1.4. Duração do período larval e do ciclo biológico.....	63
3.1.5 Peso dos adultos	65
3.2 Efeito das Dietas Inviáveis nos Parâmetros Biológicos de <i>Coleomegilla maculada</i>	65
3.2.1 Sobrevivência de larva e adultos	65
3.2.2 Percentual de larvas de primeiro instar que atingiram os instares seguintes.....	67
4 CONCLUSÕES.....	69
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

1 INTRODUÇÃO GERAL

A partir da década de 60, a maioria dos agroecossistemas agrícolas adotou o pacote tecnológico da Revolução Verde, que entre suas características, está o uso dos inseticidas químicos orgânicos sintéticos para o controle de pragas agrícolas. Todavia, esse modelo de agricultura levou a um crescente uso desses produtos químicos, que somado ao uso de doses não recomendadas, além do desrespeito ao período de carência, ocasionaram efeitos de natureza ecotoxicológica indesejáveis, tais como: seleção de pragas resistentes; mortalidade de organismos não alvos, entre eles os inimigos naturais das pragas e os polinizadores; explosão populacional de pragas secundárias; contaminação do meio ambiente; intoxicação do homem, seja o aplicador desses produtos nas lavouras ou os consumidores dos alimentos produzidos nesses agroecossistemas (CARSON, 1962; VAN DEN BOSCH, 1978; GULLAN & CRANSTON, 2007).

Para solucionar ou amenizar tais efeitos, estabelece-se na década de 70 os fundamentos do Manejo Integrado de Pragas (MIP), com objetivo de evitar o dano econômico das pragas às culturas, sem prejudicar organismos não-pragas, particularmente os benéficos, que convivem no mesmo ambiente e reduzir os riscos de intoxicação do homem. Isso ocorre porque apesar de no MIP continuar com o uso dos inseticidas químicos, faz-se em um nível reduzido e incentiva-se o uso de inseticidas seletivos aos inimigos naturais das pragas, sempre que possível, visto que um dos fundamentos do MIP é se valer do controle biológico natural, além de outros métodos de controle de menor risco ecotoxicológico quando disponíveis, como o uso de plantas resistentes (METCALF & LUCKMANN, 1975; FLINT & VAN DEN BOSCH, 1981; GULLAN & CRANSTON, 2007).

Esses fatos demonstram a preocupação do homem com a conservação do meio ambiente e a segurança alimentar, sendo principalmente exacerbada após a ECO-92 (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano). Essa preocupação tem resultado na busca pelo setor agropecuário por tecnologias de produção alternativas com base ecológica, que vise a conservação dos recursos naturais, mas também a rentabilidade das culturas, respeito as tradições culturais e garanta a melhoria das condições sociais, em busca da sustentabilidade ambiental, econômica e social. Entre essas tecnologias alternativas, destacam-se a agricultura agroecológica e a agricultura orgânica, onde o uso de agrotóxicos químicos orgânicos sintéticos é proibido (AGUIAR-MENEZES, 2006; AGUIAR-MENEZES et al., 2008). Nesse novo cenário, o controle biológico torna-se uma ferramenta muito importante no manejo das pragas agrícolas.

O controle biológico pode ser definido como uma tecnologia promissora para o manejo de pragas em sistemas agrícolas sustentáveis, visto que consiste num processo biológico natural de regulação do número indivíduos, sejam plantas ou animais, pela ação dos agentes de mortalidade biótica, também denominados de agentes de controle biológico, ou simplesmente inimigos naturais. No caso de inimigos naturais de insetos pragas, eles podem ser categorizados em predadores, parasitoides e entomopatógenos (ALVES, 1998; PARRA et al., 2002).

Os predadores constituem um grupo importante pela sua enorme variedade natural de espécies, sendo que determinadas espécies apresentam alta voracidade alimentar para garantir-lhes a sobrevivência e reprodução. Para tal, consomem um número considerável de presas, tanto na fase larval como na fase adulta, constituindo-se em bons candidatos para o controle biológico de pragas nos agroecossistemas. Nesse grupo encontramos as joaninhas afidófagas (Coleoptera: Coccinellidae), as quais são besouros predadores que desempenham

um papel significativo no controle biológico natural de diferentes espécies de afídeos (ou pulgões), muitas das quais são pragas agrícolas e florestais (HAGEN & VAN BOSCH, 1968; HODEK, 1973; HODEK & HONEK, 1996; VINSON, 1997; AGUIAR-MENEZES et al., 2008). Outro aspecto importante é que as joaninhas têm potencial para serem manejadas por meio das três estratégias de controle biológico: clássico, aumentativo e conservativo, já com aplicações práticas em agroecossistemas no mundo, incluindo o Brasil (OBRYCKI & KRING, 1998; PARRA et al., 2002; AGUIAR-MENEZES et al., 2008).

Todavia, a qualidade nutricional do alimento é um fator importante na sobrevivência e reprodução das joaninhas afidófagas. Quando a presa preferida está escassa ou ausente no agroecossistema ou na presença de outras presas de qualidade nutricional inferior, as joaninhas afidófagas usam alimentos alternativos, tais como néctar floral ou extrafloral e pólen para garantir sua sobrevivência e, por vezes, sua reprodução, podendo depositar seus ovos nas próprias plantas fornecedoras desses recursos alimentares, embora esses recursos possam causar aumento da mortalidade e/ou redução do desempenho como agentes de controle biológico, dependendo da espécie botânica (SMITH, 1960; 1961; HAGEN, 1962; SMITH, 1965; HODEK, 1967; AGUIAR-MENEZES et al., 2008; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009; LUNDGREN, 2009; MEDEIROS et al., 2010). Todavia, o pólen pode constituir até 50% da dieta de *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae), uma importante joaninha predadora de pulgões, mas que também usam, por exemplo, pólen de milho (*Zea mays* L., Poaceae) como fonte alimentar de proteínas (SMITH, 1960; 1961; HOFFMANN & FORDSHAM, 1993; SHELTON, 2012).

Além de fonte alternativa de alimentos, substâncias voláteis liberadas pelas plantas podem ser utilizadas por insetos predadores como atrativos indicativos de habitat e da presa (NINKOVIC & PETTERSSON, 2003; AMARAL et al., 2011; RESENDE, 2012). Portanto, para favorecer a conservação das joaninhas afidófagas nos agroecossistemas, espécies vegetais que proporcionem recursos vitais, como alimentos essenciais ou alternativos, para esses insetos predadores devem ser introduzidas nas margens ou dentro dos cultivos (DE MORAES et al., 2000; AGUIAR-MENEZES et al., 2008). Nesse sentido, a seleção da espécie botânica provedora do pólen e/ou néctar para os insetos predadores que dependem de fontes alternativas às suas presas para sobrevivência e/ou reprodução passa a ser um requisito crítico na composição do desenho do agroecossistema.

De acordo com Fiedler et al. (2008), a diversidade de plantas estimada no mundo é de quase 248.000 espécies, mas somente 165 espécies de plantas foram estudadas quanto ao seu potencial atrativo para inimigos naturais, particularmente parasitoides e predadores. Ainda segundo esses autores, somente quatro espécies em quatro famílias botânicas tem sido mais estudadas para esse propósito: *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), *Fagopyrum esculentum* Moench. (Polygonaceae), *Lobularia maritima* (L.) Desv. (Brassicaceae) e *Phacelia tanacetifolia* Benth. (Boraginaceae).

Os estudos sobre o efeito dos recursos florais, particularmente néctar, têm se concentrado nos parasitoides, principalmente sobre a longevidade e a fecundidade dos mesmos (TELENGA, 1958; BAGGEN & GURR, 1998; IRVIN et al., 1999; JOHANOWICZ & MITCHELL, 2000; BERNDT & WRATTEN, 2005; BEGUM et al., 2006). Poucos são os estudos com insetos predadores, onde se destaca os trabalhos pioneiros de Smith (1960; 1961) com joaninhas, incluindo a *C. maculata*, ofertando pólen e estudando seus efeitos em seus parâmetros biológicos.

Alguns estudos mais recentes apontam que espécies vegetais da família Apiaceae (= Umbelliferae) estão entre as plantas mais atrativas para as joaninhas afidófagas, que as visitam à procura de pólen e/ou néctar, incluindo *C. maculata*, mas não há relatos na literatura da ingestão de grãos de pólen dessa família botânica por essa joaninha (PATT et al., 1997a,b; MEDEIROS, 2007; LIXA, 2008; RESENDE, 2008; LIXA et al., 2010). Medeiros et al.

(2010) confirmaram a ingestão de grãos de pólen de dez famílias botânicas, incluindo Apiaceae, por adultos de *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae), sendo que a maioria dos grãos pertenceu à Asteraceae, mas os autores não estudaram o efeito da ingestão desses polens sobre a biologia do inseto.

Nesse contexto, este trabalho foi conduzido a fim de selecionar espécies de plantas de Apiaceae cujas flores sejam fonte de pólen como alimento alternativo ou complementar para *C. maculata* na perspectiva de compor a vegetação dos agroecossistemas para contribuir na conservação dessa joaninha, e/ou auxiliar na criação massal da mesma em condições de laboratório.

No capítulo I intitulado “Capacidade de ingestão de pólen de três espécies de Apiaceae por *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae)”, o objetivo foi comprovar a ingestão, ou seja, aceitabilidade de pólen de três espécies de Apiaceae [coentro (*C. sativum* L.), endro (*Anethum graveolens* L.) e erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.)] pelas larvas de 4º instar e adultos de *C. maculata*, quando confinadas com flores dessas espécies botânicas, em gaiolas por 24 e 48h, em condições controladas de laboratório, utilizando a técnica de acetólise de Erdtman (1960).

Já no capítulo II intitulado “Adequabilidade do pólen de duas espécies de Apiaceae e outras dietas artificiais para o desenvolvimento e reprodução de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório” trata de estudos que avaliam a adequabilidade do pólen de duas das três espécies de Apiaceae estudadas no capítulo anterior como alimento alternativo em comparação a outras dietas artificiais para *C. maculata* em condições controladas de laboratório, por meio da determinação de parâmetros biológicos e reprodutivos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biologia dos Coccinellidae (Insecta: Coleoptera)

Dentro da classe Insecta, a ordem com maior número de espécies é a Coleoptera com cerca de 500 famílias e subfamílias reconhecidas, compreendendo cerca de 350.000 espécies conhecidas (quase 40% dos insetos descritos), sendo popularmente conhecidos como besouros. Uma característica da ordem são suas asas anteriores modificadas em estruturas rígidas e esclerotizadas denominadas de élitros. Os élitros cobrem as asas posteriores, as quais são membranosas e mais longas quando estendidas para voo, bem como cobrem os espiráculos abdominais, permitindo o controle da perda de água (GULLAN & CRANSTON, 2007).

Os besouros apresentam os mais diversificados tipos de hábitos alimentares, tais como coprofagia, polinifagia, micetofagia, filofagia, xilofagia e zoofagia. Por isso, muitas espécies de besouros estão incluídas na categoria de insetos predadores de artrópodes, sendo que apenas a hematofagia ainda não foi verificada. Essa diversidade de hábitos alimentares os torna importantes nos ecossistemas naturais por participarem de importantes processos biológicos, entre eles, a regulação natural da população de outros insetos e artrópodes, processo conhecido como controle biológico natural (MARINONI et al., 2001; AGUIAR-MENEZES & AQUINO, 2005; GULLAN & CRANSTON, 2007).

Coccinellidae é uma família monofilética de besouros, vulgarmente conhecidos como joaninhas no Brasil e numa linguagem coloquial são chamados de coccinelídeos. O nome da família foi originado de “vestida” cor escarlate, fazendo referência à coloração das asas que cobrem esses indivíduos. Agrupa mais de 6.000 espécies descritas, distribuídas em 360 gêneros, ocorrendo em todo o mundo, sendo que destas, 2.000 espécies foram registradas na Região Neotropical. A família é subdividida em sete subfamílias (Coccidulinae, Coccinellinae, Scymninae, Ortaliinae, Chilocorinae, Sticholotidinae e Epilachininae), as quais são subdivididas em 42 tribos (COSTA LIMA, 1953; DIXON, 2005; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

Os coccinelídeos possuem desenvolvimento completo, ou seja, são insetos holometabólicos, o que significa que o seu ciclo de vida ou biológico se inicia a partir do ovo, onde ocorre o desenvolvimento embrionário, e depois passa por diferentes estágios de desenvolvimento pós-embrionário, os quais compreendem as seguintes fases: larva, que geralmente passa por quatro e raramente três ou cinco instares; fase de pré-pupa, fase de pupa, que sofre metamorfose para passar à fase de adulto (COSTA LIMA, 1953; DIXON, 2005).

A reprodução dos coccinelídeos é sexuada, sendo que normalmente apenas uma cópula é necessária para fertilizar todos os ovos produzidos durante todo o período de vida da fêmea. 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 de seus ovos (IPERTI, 1999).

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. Normalmente, joaninhas afidófagas, que se alimentam de pulgões (ou também chamados de afídeos), colocam ovos aglomerados em grupos de 10 a 110 ovos, ao passo que joaninhas coccidófagas, que tem as cochonilhas como principal alimento, possuem o hábito de fazerem posturas individuais ou em grupos menores. Há algumas exceções, como exemplo os coccinelídeos afidófagos do gênero *Paltynaspis* que realizam posturas isoladas (HAGEN, 1962; IPERTI, 1999).

Há argumentações de que a prática da postura individual pelas joaninhas diminui a taxa de canibalismo, porque comumente suas larvas permanecem sobre os ovos por cerca de um dia após a eclosão. Essa estratégia para evitar o canibalismo já pode ser constatada em muitas espécies das tribos Chilocorini, Scymnini e Hyperaspini. Por outro lado, as fêmeas de Coccinellini, Hippodamini, Syninychini e algumas de Psylloborini depositam seus ovos em grupo, geralmente em posição vertical, usualmente expostos e contíguos, o que favorece o comportamento canibal (HAGEN, 1962; HODEK, 1973, IPERTI, 1999).

As larvas são do tipo campodeiforme, típica dos insetos que precisam correr atrás de suas presas, caracterizada pelos três pares de pernas torácicas alongadas, que lhes permitem movimentarem-se com agilidade. A qualidade e a quantidade de alimento são os fatores mais importantes na duração de cada instar larval, embora a temperatura possa também influenciar esse parâmetro biológico (COSTA LIMA, 1953; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

A fase de pré-pupa é um curto período entre o último instar e a fase pupal, onde a larva, morfológicamente semelhante à do quarto instar, cessa sua alimentação 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 importunada, reage com movimentos bruscos, levantando a parte anterior do corpo (COSTA LIMA, 1953; CORREIA, 1986; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

A pupa é do tipo exarata, com seus apêndices não presos ao corpo, mas estão livres e visíveis, podendo ser nua como ocorre com as espécies afidófagas, ou recoberta pela última exúvia larval, como nas espécies coccidófagas. Além disso, a pupa não é totalmente imóvel, pois quando incomodada pode se mover, empurrando o corpo para trás (COSTA LIMA, 1953; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

Os adultos dos coccinelídeos apresentam o corpo normalmente oval ou arredondado, com forte convexidade dorsal. A cabeça fica comumente escondida pelo protórax. O aparelho bucal é do tipo mastigador, com todas as peças bem desenvolvidas. Os adultos emergem com os élitros frágeis e claros, que endurecem e ganham coloração, permitindo assim que as membranas esticadas para fora se dobrem e encaixem embaixo dos élitros, quando em repouso. Os adultos tendem a se dispersar rapidamente do local onde as larvas se criaram e logo após sua emergência (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999; GALLO et al., 2002; MILLÉO et al., 2007; AGUIAR-MENEZES et al., 2008; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Os élitros são, em geral, de cores vistosas e desenhos variados. Hodek (1967) relata que as formas mais fortemente pigmentadas de joaninhas geralmente são encontradas nas áreas mais úmidas e frias, enquanto as formas menos pigmentadas são encontradas nas regiões áridas e quentes. Por outro lado, o mesmo autor diz não ser possível concluir que o padrão de cor por si só seja veículo para a seleção natural.

O tipo morfológico da mandíbula pode indicar o tipo de alimento usado pela joaninha, bem como algumas vezes é possível também predizer qual é o hábito alimentar das espécies com base na coloração dos élitros (IPERTI, 1999; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Por exemplo, os adultos de espécies de coccinelídeos de cor vermelha, amarela ou laranja, com ou sem manchas, e brilhantes geralmente se alimentam de pulgões, também denominados de afídeos (por isso, são chamadas de joaninhas afidófagas), enquanto que espécies de coccinelídeos escuras, geralmente pretas, brilhantes e menores, alimentam-se de cochonilhas (são as coccidófagas), moscas brancas ou ácaros. Coccinelídeos micófagos, ou seja, se alimentam de fungos, são geralmente castanho claro, esbranquiçados ou, às vezes, amarelo claro. Esses três grupos representam 65%, 25% e 8% de todas as espécies de Coccinellidae conhecidas, respectivamente (IPERTI, 1999).

Apenas poucas espécies de joaninhas da tribo Psylloborini (subfamília Coccinellinae) alimentam-se de fungos, todas as espécies da subfamília Epilachninae são fitófagas, alimentando-se de Angiosperma, e a maioria das espécies, cerca de 90%, possui hábito

carnívoro, isto é, são predadoras. Apenas a hematofagia ainda não foi registrada. Segundo alguns autores o trato digestório dos insetos herbívoros é maior do que os predadores, isso devido à quantidade de alimento de baixa qualidade que precisam metabolizar (COSTA LIMA, 1953; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001; MILLÉO et al., 2007; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

Os hábitos alimentares das larvas e dos adultos dos coccinelídeos predadores são similares, isto é, ambos alimentam-se das presas, mastigando e consumindo-as totalmente. Entre suas presas podemos encontrar ácaros e insetos, como os afídeos (ou pulgões), cochonilhas, moscas brancas, psílídeos, além de ovos e larvas pequenas de coleópteros e lepidópteros, muitas das quais são pragas de culturas agrícolas e florestais (VINSON, 1997; AGUIAR-MENEZES et al., 2008; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

As espécies de joaninhas predadoras podem ser monófagas a polífagas, alimentando de presas de hábito sedentário (como os pulgões) a sésstil (como as cochonilhas), entretanto, apesar das monófagas ou das aquelas com uma série restrita de presas serem mais raras, a exemplo da *Rodolia cardinalis* (Mulsant) que preda cochonilhas do gênero *Icerya* Signoret, as joaninhas predadoras em geral são mais adaptadas a explorarem sua presa preferencial, podendo considerar esse comportamento uma mudança evolutiva (PRADHAM, 1936, 1939; HAGEN, 1962; IPERTI, 1999; MARINONI et al., 2001; DIXON, 2005; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

O período de pré-oviposição das fêmeas de *C. maculata* observado por Kato (1996) foi de 13,5 dias, ao alimentar larvas com ovos da traça da farinha [*Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)]. Usando também essa mesma dieta, Michaud & Joyti (2008) observaram que o período de pré-oviposição de *C. maculata* foi de 14,8 dias em média, e Lixa (2008) observou um período de 17 dias. Entretanto, Santos et al. (2009) não conseguiram encontrar diferença significativa para *Harmonia axyridis* (Pallas) quando alimentadas com duas dietas diferentes: ovos de *A. kuehniella* (9,8 dias) e pulgões *Schizaphis graminum* (Rondani) (10,6 dias).

Quanto ao número de ovos por postura, Smith (1966), em testes conduzidos com diferentes dietas, observou que as fêmeas de *C. maculata* depositaram 10,5 ovos por postura, em média, quando se alimentaram de ovos da própria espécie, a até 13,2 ovos, quando pó seco de carne bovina foi ministrado como dieta. A média de ovos por postura observada por Wright & Laing (1980) para *C. maculata* subespécie *lengi* foi de 10,5 quando pulgões *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) foi usado como dieta dos adultos. Gravena (1983) observou que *C. maculata*, quando alimentada com pulgões *Aphis gossypii* Glover, 1877, coloca em média 20 ovos/postura. Lixa (2008) observou que fêmeas de *C. maculata* alimentadas com ovos congelados de *A. kuehniella* depositaram em média 7,9 ovos/postura.

Kato (1996) observou uma viabilidade de ovos *C. maculata* de 89,8%, usando ovos de *A. kuehniella* como alimento e em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas), enquanto Lixa (2008) observou uma menor viabilidade, apesar de usar o mesmo alimento e as mesmas condições climáticas de criação.

O período embrionário (ou de incubação) dos ovos dos coccinelídeos é variável. Por exemplo, os ovos das joaninhas que se alimentam de pulgões e psílídeos eclodem cerca de dois a cinco dias após a oviposição, enquanto os ovos das joaninhas coccidófagas necessitam de um tempo maior para o desenvolvimento embrionário, levando cerca de sete a nove dias para a eclosão das larvas (IPERTI, 1999; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Simpson & Burkhardt (1960) verificaram, aos 26°C , média do período embrionário para ovos de *C. maculata* de 2,8 dias, quando *Therioaphis maculata* (Buckton) (pulgão-manchado-da-alfafa) foi usado como alimento. Gurney & Hussey (1970) obtiveram um menor valor (2 dias em média), criando *C. maculata* a 24°C , usando como presa *Myzus persicae* (Sulzer). Obrycki & Tauber (1978) obtiveram média de 3,2 dias para o período embrionário para ovos de *C.*

maculata, quando alimentadas com o pulgão *Acyrtosiphon pisum* (Harris) a 24°C. O período embrionário de *C. maculata* foi de 3,07 dias, em média, quando se alimentou de ovos de *A. kuehniella*, não diferindo dos demais valores obtidos quando se ministrou dietas à base dos pulgões *S. graminum* e *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* (Börner) (KATO, 1996). Nas mesmas condições experimentais, Lixa (2008) observou um período embrionário similar (3,1 dias) para esse predador.

Em relação ao tempo de desenvolvimento dos instares larvais de *C. maculata*, Kato (1996) observou os seguintes valores para as larvas de primeiro instar alimentadas com três tipos de dietas: ovos de *A. kuehniella*, pulgões *S. graminum* e pulgões *B. schwartzi* de 3,2; 3,6 e 3,5 dias, em média, respectivamente, e criadas nas mesmas condições climáticas (25 ± 1°C e fotofase de 12 horas). A duração do primeiro instar larval de *C. maculata* foi de 3,0 dias quando alimentadas com os pulgões *T. maculata* a 26°C (SIMPSON & BURKHARDT, 1960) e de 3,1 dias, com *A. pisum* a 24°C (OBRYCKI & TAUBER, 1978). Lixa (2008) registrou um período de 2,2 dias, em média, para as larvas de primeiro instar de *C. maculata*, quando alimentadas com ovos de *A. kuehniella*.

Para o segundo instar, Kato (1996) observou uma duração de 2,3; 2,7 e 3,0 dias, quando as larvas se alimentaram, respectivamente, de ovos de *A. kuehniella*, pulgões de *S. graminum* e de *B. schwartzi*. Lixa (2008) obteve um valor de 2,7 dias para esse instar, quando se ministrou ovos de *A. kuehniella* e 3,0 dias quando o alimento era pulgões *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach).

Simpson & Burkhardt (1960) e Obrycki & Tauber (1978) obtiveram, respectivamente, valores de 2,3 e 2,5 dias, para a duração do terceiro instar de *C. maculata*, quando ministraram as seguintes espécies de pulgão como dieta: *T. maculata* e *A. pisum*, respectivamente. A duração das larvas de terceiro instar de *C. maculata* foi de 2,8 dias usando ovos de *A. kuehniella* como dieta, porém as dietas à base de pulgões (*S. graminum* e *B. schwartzi*) proporcionaram um tempo de desenvolvimento relativamente maior (3,4 e 3,5 dias, respectivamente) (KATO, 1996). Lixa (2008) observou uma duração de 2,4 e 3,6 dias para o terceiro instar de *C. maculata*, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e pulgões *L. erysimi*, respectivamente.

O quarto instar larval, em geral, tem um período mais longo de desenvolvimento visto que os indivíduos precisam suprir as necessidades de substâncias nutritivas demandadas para a transformação em pupa e posterior emergência dos adultos (MACHADO, 1982). Simpson & Burkhardt (1960) obtiveram 3,5 dias para a duração desse instar de *C. maculata*, quando ministram o pulgão *T. maculata* como alimento para as larvas criadas a 26°C. A duração do quarto instar mais a pré-pupa dessa espécie encontrada por Obrycki & Tauber (1978) foi de 4,8 dias, quando forneceram *A. pisum* como dieta das larvas. Kato (1996) observou que o tempo de desenvolvimento foi de 4,4 dias, em média, para larvas de quarto instar de *C. maculata* usando ovos de *A. kuehniella* como dieta, porém as dietas à base de pulgões (*S. graminum* e *B. schwartzi*) proporcionaram um tempo de desenvolvimento relativamente maior (5,2 e 4,5 dias, respectivamente). Lixa (2008) observou uma duração de 3,3 e 5,3 dias para o quarto instar de *C. maculata*, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e pulgões *L. erysimi*, respectivamente.

Kato (1996) observou que a fase de pré-pupa de *C. maculata* apresentou 0,9, 1,2 e 1,0 dias de duração, quando utilizou ovos de *A. kuehniella*, *S. graminum* e *B. schwartzi* como dieta alimentar para as larvas, sendo que essas médias não diferiram entre si. Lixa (2008) observou em média uma duração de 1,0 dia para a pré-pupa de *C. maculata*, independente da dieta (ovos de *A. kuehniella* ou pulgões *L. erysimi*).

Pupas de *C. maculata* obtidas por Gurney & Hussey (1970) tiveram um período de desenvolvimento de 5 dias, quando ministraram *Myzus persicae* Sulzer como dieta para larvas criadas a 24°C. Ramos Filho et al. (2007) ao oferecerem ovos dessa mariposa como dieta para

larva de *C. maculata*, observaram que a duração da fase pupal foi relativamente maior (cinco dias, em média). Lixa (2008) observou uma duração de 3,7 dias, em média, para a fase de pupa de *C. maculata*, independente da dieta (ovos de *A. kuehniella* ou pulgões *L. erysimi*).

A duração do ciclo de desenvolvimento ou biológico dos coccinélídeos varia de menos 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). Dixon (2005) cita que, além da temperatura, a qualidade do alimento é também um fator influente na duração do ciclo.

Kato (1996) observou que, usando ovos de *A. kuehniella*, pulgões *S. graminum* e *B. schwartzi*, o ciclo biológico de *C. maculata* foi, respectivamente, de 17,1, 19,9 e 18,2 dias. Essa joaninha apresentou um ciclo biológico relativamente mais curto (16,2 dias) a 24°C quando *A. pisum* foi usada como alimento (OBRYCKI & TAUBER, 1978). Gurney & Hussey observaram um ciclo biológico de 20 dias a 24°C para a mesma espécie de joaninha quando foi criada usando *M. persicae* como presa. Silva et al. (2007), ao estudarem o desenvolvimento das fases imaturas de *C. maculata* com três tipos de dieta, verificaram que a duração da fase de larva a adulto foi de 15,2, 16,3 e 16,7 dias, quando ministraram, respectivamente, as seguintes dietas: ninfas de *S. graminum*, ovos de *A. kuehniella* congelados por um dia e ovos dessa mesma mariposa congelados por seis meses, sendo essas duas últimas associadas com uma dieta artificial (mel, levedo de cerveja, nipagim, ácido ascórbico, sulfato ferroso e ácido sórbico). Lixa (2008) observou um ciclo biológico de 17,8 e 22,4 dias para *C. maculata* quando as larvas foram criadas, respectivamente, sobre ovos de *A. kuehniella* congelados e pulgões *L. erysimi*.

Kato (1996) obteve adultos de *C. maculata* que pesaram em média 11,9 mg quando usou ovos de *A. kuehniella* como dieta para as larvas, todavia, os adultos provenientes de larvas alimentadas com *S. graminum* e *B. schwartzi* foram relativamente menos pesados (média de 10,18 e 10,37 mg, respectivamente). Valores maiores de peso vivo de adultos de *C. maculata* com poucas horas de emergidos foram observados por Michaud & Jyoti (2008), quando larvas dessa espécie foram criadas sobre ovos de *A. kuehniella* e *S. graminum*, sendo aproximadamente 14 e 12 mg de peso corpóreo para estas dietas, respectivamente. Lixa (2008) observou que os adultos de *C. maculata* resultantes de larvas alimentadas com ovos congelados de *A. kuehniella* pesaram, em média, 10,83 mg; e com pulgões *L. erysimi*, o peso médio foi relativamente menor (7,39 mg).

Clercq et al. (2005) estudaram o efeito da dieta à base de ovos de *A. kuehniella* e polens coletados por abelhas na biologia da joaninha afidófaga *Adalia bipunctata* (L.). Os autores observaram que quando a dieta de ovos da traça foi suplementada com polens congelados retidos nos corpos de abelhas, a viabilidade dos ovos da joaninha foi igualmente boa quanto à dieta natural (pulgões *A. pisum* vivos), mas somente 10% das larvas da joaninha alcançaram a fase adulta quando se alimentaram somente de pólen, sendo que os adultos resultantes pesaram menos do que a metade do peso dos adultos provenientes das larvas que se alimentaram dos ovos da traça. Os autores sugerem que *A. bipunctata* é capaz de compensar uma dieta subótima carnívora à base de uma presa, suplementado-a com o consumo de pólen e concluem que a polinifagia pode ser crucial tanto para a criação desse predador em laboratório como no seu uso em programa de controle biológico.

2.2 Uso dos Coccinellidae no Controle Biológico de Pragas

As joaninhas têm sido utilizadas no controle biológico de insetos-pragas em diferentes cultivos, por apresentarem voracidade alimentar; grande capacidade de busca de suas presas, ocupando todos os ambientes das mesmas; elevado potencial biótico; polifagia; e serem predadoras tanto no estágio larval quanto na fase adulta, apresentando grande potencial para

serem manejados por meio das três estratégias de controle biológico: clássico, aumentativo e conservativo (HAGEN & BOSCH, 1968; HODEK, 1973; HODEK & HONEK, 1996; OBRYCKI & KRING, 1998).

Historicamente, o primeiro caso de sucesso de controle biológico clássico envolveu uma espécie de joaninha coccidófaga: a *Rodolia cardinalis* (Mulsant). Ela foi trazida da Austrália e introduzida na Califórnia (EUA), em 1888 para o controle da cochonilha *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Monophlebidae), conhecida como o pulgão-branco-dos-citros, que estava destruindo os pomares de citros californianos. Essa introdução foi tão bem sucedida que o controle dessa praga foi alcançado nos dois primeiros anos após a liberação da *R. cardinalis*, sendo até hoje um marco na história do controle biológico clássico no mundo (VAN DEN BOSCH et al., 1982; CALTAGIRONE & DOUTT, 1989). No Brasil, cita-se o caso da joaninha coccidófaga *Crytolaemus montrouzieri* Mulsant, que foi importada do Chile para o controle de *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae), conhecida como cochonilha branca dos citros (GRAVENA, 2012).

No controle biológico aumentativo ou por incremento, o inimigo natural é criado em ambientes adequados, higienizados, com condições climáticas controladas, usando seu alimento natural ou alternativo, para ser multiplicado ou produzido em grandes quantidades (criação ou multiplicação “massal”), com rígido controle de qualidade dos indivíduos produzidos. Depois, então, são liberados no campo no momento apropriado e em quantidades suficientes para suprimir a população da praga alvo. Atualmente, graças a essa técnica, o uso de inimigo natural pode ser considerado uma medida emergencial, semelhante ao uso de inseticidas, devido ao surgimento de criações massais e posteriores liberações inundativas (PARRA et al., 2002; AGUIAR-MENEZES, 2003; 2006; VENZON et al., 2005). No caso das joaninhas, estudos conduzidos no Brasil mostram que algumas espécies afidófagas, como *Eriopsis connexa* (Germar), *Coleomegilla maculata* (DeGeer), e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, são capazes de serem criadas e multiplicadas em laboratórios usando presas alternativas, como os ovos de uma mariposa, a traça-da-farinha (*Anagasta kuehniella* (Zeller), Lepidoptera: Pyralidae) (IPERTI et al., 1972; IPERTI & TREPANIER-BLAIS, 1972; KATO, 1996; GYENGE et al., 1998; KATO et al., 1999; CLERCQ et al., 2005; LIXA, 2008; MICHAUD & JYOTI, 2008; LIXA et al., 2009). Todavia, a criação das joaninhas requer cuidados especiais, não sendo fácil obter sua multiplicação sem contar com empresas ou laboratórios especializados, principalmente quando depende da criação de sua presa natural.

O controle biológico por conservação (ou conservativo) envolve práticas agronômicas que tem como objetivo favorecer o habitat para a população dos inimigos naturais autóctones, visando o aumento de sua densidade populacional e/ou diversidade de espécies, seja pelo uso de inseticidas seletivos, evitando práticas culturais inadequadas, ou pela provisão de recursos vitais para sobrevivência e reprodução desses agentes de controle biológicos, entre eles uso de plantas atrativas para esses agentes, por proverem néctar e pólen como alimentos alternativos para adultos de parasitoides e de certos predadores (LEWIS et al., 1998; PARRA et al., 2002; AGUIAR-MENEZES et al., 2006). Essa estratégia de controle biológico é a que tem maior potencial para auxiliar na busca pela sustentabilidade dos agroecossistemas, estando em estreita relação com as diretrizes da agricultura orgânica descritas no artigo 3º. do Decreto nº. 6.323, de 27/12/2007, que regulamenta a Lei nº. 10.831 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), de 23/12/2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica no Brasil, particularmente em relação ao inciso VI desse decreto em que se consta o seguinte: “preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção, com especial atenção às espécies ameaçadas de extinção” (BARBOSA et al., 2011; BRASIL, 2012).

O controle biológico conservativo tem sido alvo de muitas pesquisas nos Estados Unidos da América, Europa, Nova Zelândia e Austrália, inclusive envolvendo a conservação das joaninhas predadoras (PATT et al., 1997a,b; BARBOSA, 1998; COTTRELL & YEARGAN, 1998; OBRYCKI & KRING, 1998; LANDIS et al., 2000; ALTIERI et al., 2003; FIEDLER et al., 2008). No Brasil, as pesquisas nessa área vêm aumentando nos últimos anos, mas ainda com poucos trabalhos envolvendo as joaninhas (MEDEIROS, 2007; LIXA, 2008; RESENDE, 2008; RESENDE et al., 2010; LIXA et al., 2010).

De acordo com Gullan & Cranston (2007), alguns inimigos naturais por serem altamente eficientes, no caso das joaninhas predadoras, eliminam totalmente sua presa que por consequência sua própria população se extingue. Dessa maneira, fica evidenciado que o fornecimento de um habitat estável, com diversidade estrutural florística próxima à lavoura pode favorecer a população desses inimigos naturais, não apenas por fornecimento de abrigo, mas também de recursos alimentares alternativos.

No Havaí, Topham & Beardsley (1975) verificaram que a presença de plantas nectíferas, como *Euphorbia hirta* L. (Euphorbiaceae), nas margens de canaviais, resultou no aumento dos níveis populacionais e na eficiência de *Lixophaga sphenophori* (Villeneuve), (Diptera: Tachinidae), um parasitoide da broca da cana-de-açúcar da Nova Guiné, *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval) (Coleoptera: Curculionidae). Os autores observaram que a dispersão efetiva do parasitoide dentro dos canaviais estava limitada a cerca de 50 a 60 m de distância das plantas nectíferas presentes na faixa de vegetação das margens dos canaviais, provavelmente por causa do fornecimento de néctar para os adutlos do parasitoide. A eliminação dessas plantas por herbicida levou à redução da eficiência do controle da broca, devido à redução acentuada das taxas de parasitismo ao longo do tempo.

A partir dos anos 90, os trabalhos que enfatizam a importância das flores nos parâmetros biológicos de parasitoides ou predadores se intensificaram. Por exemplo, Patt et al. (1997a) avaliaram duas espécies de Apiaceae com nectários florais para determinar quais poderiam beneficiar predadores do besouro do Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*), uma praga das solanáceas nos Estados Unidos da América. Esses autores observaram que o endro (*A. graveolens* L.) e o coentro (*C. sativum* L.) tinham flores compatíveis com a morfologia da cabeça dos seguintes insetos predadores: a joaninha *C. maculata* e o bicho-lixeiro *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Nas observações de campo, esses autores comprovaram a utilidade dessas plantas no controle do besouro do Colorado em plantio consorciado com berinjela, por resultar no aumento da abundância dessas duas espécies de insetos predadores e consequente aumento da taxa de consumo (predação) das massas de ovos de *L. decemlineata* por esses predadores.

2.3 Criação Massal e Aceitabilidade das Presas de Coccinellidae

Parra et al. (2002) citam como um fator complicador de criação de inimigos naturais o fato de simultaneamente ter que criar um outro inseto que sirva de alimento. *C. maculata* é uma joaninha polífaga, desenvolvendo-se bem quando se alimenta de pulgões ou ovos de lagartas ou larvas de coleópteros, além disso, pode ser facilmente criada com uma variedade de dietas artificiais, como por exemplo, levedo de cerveja, mel e pólen, sem qualquer fonte de proteína animal. Entretanto, muitas espécies não conseguem produzir ovos com dietas artificiais (SMITH, 1966; HODEK, 1973; HAGEN, 1987; 1996; KATO, 1996; MICHAUD, 2005; MICHAUD & JYOTI, 2008; SILVA et al., 2009).

Muitas famílias de coccinelídeos predadores apesar de possuírem uma faixa ampla de aceitação de presas, apresentam também certa especificidade no alimento, completando seu desenvolvimento larval ou produzindo uma progênie viável somente quando consomem sua presa preferencial. Por exemplo, constatou-se que as joaninhas *Coccinella septempunctata* L.

e *Coccinella transversoguttata* Richardsoni, quando alimentadas com larvas de curculionídeos, apesar de crescerem e aumentarem o peso, não produzem ovos, enquanto *H. axyridis* conseguiu realizar o desenvolvimento completo mesmo tendo preferência alimentar por pulgões. Outros estudos indicam que as joaninhas *Hippodamia* spp. necessitam consumir pulgões para estimular a produção de ovos. É importante também destacar que um alimento adequado para uma espécie de joaninha pode ser tóxico para outra (HAGEN, 1962; HODEK, 1973; HAGEN, 1987; RICHARDS & EVANS, 1998; IPERTI, 1999; KALASKAR & EVANS, 2001).

Certos autores denominam de alimento “essencial” para as joaninhas quando garante a oviposição e assegura o desenvolvimento e formação de pupas e adultos normais, capazes de se reproduzirem, enquanto que o termo alimento “alternativo” é usado para aqueles que prolongam a sobrevivência, por ser uma fonte de energia. Entretanto a simples aceitabilidade de um alimento não deve ser confundida com alimento apropriado ou adequado. Dessa maneira, é necessário o estabelecimento de experimentos que avaliem parâmetros biológicos para que se comprove a viabilidade do recurso alimentar (IPERTI et al., 1972; IPERTI & TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1973; HODEK & HONEK, 1996).

As larvas da joaninha *Cycloneda sanguinea* (L.) quando alimentadas com o ácaro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard não conseguiram completar o ciclo biológico, mas por outro lado tiveram seu desenvolvimento completo se alimentando do pulgão *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), considerando-o assim como seu alimento essencial (OLIVEIRA et al., 2004).

Segundo Lundgren (2009) as joaninhas eventualmente alimentam-se de recursos alimentares alternativos, tais como fezes açucaradas (“honeydew”) de pulgões e cochonilhas, pólen, néctar floral ou extrafloral, fungos, garantindo sua sobrevivência e voltando a ovipositar quando a presa reaparece. O pólen como fonte de proteína e lipídeos e o néctar como fonte de carboidratos podem funcionar como complemento para uma presa de qualidade inferior, diminuindo assim a mortalidade durante a diapausa, a migração e aumentando a capacidade reprodutiva. Além disso, para predadores como agentes de controle biológicos naturais, o conhecimento sobre as dietas preferenciais e alternativas são essenciais para otimização do controle biológico tanto clássico, aumentativo e conservativo.

Em relação à complementação do alimento, Guerreiro et al. (2003) constataram que quando era ofertado mel (5%) ao coccinelídeo *Pentilia egena* Mulsant, o índice de predatismo da cochonilha *Aspidotus nerii* Bouche era reduzido.

Adultos de algumas espécies de joaninhas reconhecidamente carnívoras são também polínípagas, podendo o pólen constituir até 50% da dieta, diminuindo assim sua dependência pela presa quando esses alimentos alternativos estão disponíveis. Afinal, assim como a população das pragas, o polén de alguma planta pode ser extremamente abundante, mas por um curto período de tempo. Foi constatada a ingestão de pólen de milho (*Zea mays* L., Poaceae) por joaninhas afidófagas da espécie *C. maculata*, que se alimentam de pulgões, mas ainda não há comprovação da ingestão de pólen de Apiaceae (SMITH, 1960; 1961; HOFFMANN & FORDSHAM, 1993; LUNDGREN, 2009; SHELTON, 2012).

Michaud (2005) argumentou que a adequabilidade da presa como alimento deve ser definida separadamente para o desenvolvimento larval e a reprodução dos adultos, visto que os requerimentos nutricionais são divergentes entre essas fases, e propõe uma forma de classificação da adequabilidade da presa em três tipos em relação à dieta de referência (ovos de seus coespecíficos). Entre as presas consideradas adequadas (que possibilita quase que 100% de sobrevivência da larva até a fase adulta), a presa será considerada “ótima” quando possibilita o desenvolvimento mais rápido das larvas e produz adultos maiores, ou será “adequada”, quando produzir adultos viáveis e com peso similar ou reduzido após um período de desenvolvimento similar com relação à dieta com ovos dos coespecíficos. A presa será

classificada como “marginal”, se possibilita o desenvolvimento de algumas larvas, mas bem inferior a 100%. Para os adultos, a adequabilidade da presa é classificada em “adequada” se possibilitar a produção de ovos viáveis quando se alimentam de dietas monotípicas, ou será “marginal”, se meramente prolonga o tempo de vida em relação à água. Presa que se constitui uma dieta ótima ou adequada para o desenvolvimento da larva e reprodução do adulto são denominadas de “completa”.

Estudos em laboratório demonstram que vários aspectos biológicos de coccinelídeos predadores são afetados pelo tipo de dieta, sejam presas naturais ou artificiais, como, por exemplo, presas alternativas ou substâncias químicas nutritivas e balanceadas. Dessa forma, espécies de joaninhas podem ter respostas diferentes às dietas que lhes são oferecidas, com consequente influência positiva ou negativa sobre sua biologia (MICHAUD, 2005; RIDDICK, 2009).

2.4 Efeitos da Provisão de Flores em Parâmetros Biológicos de Insetos Entomófagos

Trabalhos pioneiros, como de Telenga (1958) e Smith (1960), demonstram a importância das flores com fonte de pólen e/ou néctar para os adultos parasitoides ou insetos predadores. Leius mostraram que os adultos de parasitoides visitam flores da vegetação espontânea em busca de pólen e néctar (Leius, 1960; 1967), enquanto que os trabalhos de Smith mostram a influência do pólen no desenvolvimento de insetos predadores, particularmente das joaninhas (SMITH, 1960; 1961; 1965).

Na antiga União Soviética, Telenga (1958) deu as primeiras demonstrações da importância das flores para *Cotesia glomerata* (L.) (Hymenoptera: Braconidae), um parasitoide de lagartas do gênero *Pieris* Schrank (Lepidoptera: Pieridae). O autor observou que os adultos desse parasitoide obtinha néctar das flores de mostarda silvestre (*Brassica* sp., Brassicaceae) presentes nas margens dos cultivos de crucíferas comerciais, e por consequência, havia um aumento na longevidade dos adultos de *C. glomerata* e que suas fêmeas produziam mais ovos, resultando num aumento da taxa de parasitismo sobre as lagartas de 10% para 60% em cultivos de couve. Esse mesmo autor observou ainda que a abundância de *Aphytis proclia* Walker (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoide do piolho-de-são-josé [*Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae)], aumentou em decorrência do uso de *Phacelia tanacetifolia* em cultivo de cobertura nos pomares de macieira, de uma taxa inicial de 5% em solo descoberto para 75% quando essa planta produtora de néctar foi introduzida no sistema. O autor percebeu ainda que a *P. tanacetifolia* também foi capaz de proporcionar maior abundância do parasitoide *Aphelinus mali* (Haldeman) (Hymenoptera: Aphelinidae), contribuindo para o controle de pulgões nesses pomares.

Na Europa, Leius (1960) investigou a atratividade das flores para adultos de três espécies de parasitoides Hymenoptera em sete espécies da vegetação silvestre: mostarda branca (*Sinapis alba* L., Brassicaceae), trevo doce (*Melilotus albus* Medik., Fabaceae), asclépiã (*Asclepias syriaca* L., Asclepiadaceae), serralha (*Sonchus oleraceus* L., Asteraceae) e três Apiaceae [chirívia (*Pastinaca sativa* L., Apiaceae), cenoura (*Daucus carota* L.) e cicuta (*Cicuta* spp.)]. Com exceção da serralha, adultos de *Itopectis conquisitor* (Say) e *Scambus buoliana* (Hartig) (ambos Ichneumonidae) foram atraídos e visitaram as demais flores testadas, mas as flores de chirívia foram as que mais atraíram esse parasitoide. Adultos de *Orgilus obscurator* (Nees) (Braconidae) foram atraídos e visitaram apenas de flores de chirívia.

Smith (1960) observou que os adultos de *C. maculata* originários de larvas que se alimentaram de pólen de várias espécies botânicas, incluindo pólen de milho, produziram ovos férteis, entretanto, as larvas não se desenvolveram além do segundo instar quando se

alimentaram de pólen de *Pinus resinosa* Ait. (Pinaceae) e, portanto, concluiu que se trata de uma dieta inadequada para o desenvolvimento normal das larvas dessa espécie de joaninha afidófaga. Nielsen et al. (1955) relatam o menor teor de proteína encontrada no pólen de *Pinus montana* Mill. em comparações com outras espécies vegetais, o que implica em afirmar que o pólen de *Pinus* possa ser uma dieta de baixa qualidade nutricional para essa espécie de joaninha.

Leius (1967) verificou que as taxas de parasitismo de ovos e pupas da mariposa *Malacosama americanum* (F.) (Lepidoptera: Lasiocampidae) e de ovos da traça-da-maçã [*Cydia pomonella* (L.), Lepidoptera: Tortricidae] em pomares de macieira na Europa foram, respectivamente, dezoito, quatro e cinco vezes mais altos em pomares com solo coberto com muitas flores silvestres e densa população de plantas herbáceas do que naqueles com uma vegetação espontânea esparsa ou ausente.

Idris (1995) observou que flores de duas espécies botânica, uma da família Brassicaceae [*Brassica kaber* (L.) (mostarda silvestre) e outra da família Apiaceae (*Daucus* sp., um tipo selvagem de cenoura) aumentam significativamente a longevidade e a fecundidade de *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Baggen & Gurr (1998) e Baggen et al. (1999) constataram, em teste de laboratório, que entre as plantas testadas como fonte de pólen e néctar para o parasitoide *Copidosoma koehleri* (Blanchard) (Hymenoptera: Encyrtidae), *P. tanacetifolia* e *Borago officinalis* L. (Boraginaceae) seriam uma fonte de alimento seletiva para *C. koehleri*, beneficiando sua longevidade, mas com um grande efeito negativo na fecundidade dos adultos de seu hospedeiro: a traça da batata, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Irvin et al. (1999) verificam, em condições de laboratório, maior longevidade dos machos e fêmeas de *Dolichogenidae tasmanica* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) quando confinados em gaiolas com as flores de coentro (*C. sativum*), do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench., Polygonaceae) e feijão fava (*Vicia faba* L., Fabaceae), que é uma leguminosa portadora de nectários extraflorais, em comparação com a testemunha (água), mas não diferiu da solução de água e mel (50:50). Esses autores observaram em condições de campo, na Nova Zelândia, o efeito da presença de flores de coentro e do trigo mourisco cultivados em pomares de maçã sobre as taxas de parasitismo de *D. tasmanica*, um endoparasitoide de alguns lepidópteros da família Tortricidae, em comparação ao tratamento com herbicida (controle). Nesse experimento, Irvin et al. (1999) constataram que a taxa de parasitismo foi significativamente mais alta (quase o dobro) nas parcelas com coentro em relação ao controle e que o trigo mourisco também aumentou a taxa de parasitismo desses lepidópteros, contudo, não diferiu significativamente do controle.

No caso de ácaro predador, Grafton-Cardwell et al. (1999) demonstraram a importância do pólen de leguminosas na sobrevivência e fecundidade das fêmeas do ácaro predador *Euseius tularensis* (Congdon) (Acarina: Phytoseiidae). Esses autores avaliaram as seguintes espécies de leguminosas (Fabaceae) com fonte de pólen: *Vicia faba* L. (feijão fava), *Vicia sativa* L. (ervilhaca comum), *Vicia villosa* var. *Lana* (ervilhaca peluda), *Pisum sativum* L. var. *arvense* (ervilha-do-campo), *Trifolium incarnatum* L. (trevo encarnado), *Trifolium hirtum* Allioni (trevo rosa), *Trifolium repens* L. (trevo branco) e *Trifolium pratense* L. (trevo vermelho). Excetuando-se as duas espécies de *Trifolium*, o pólen das demais leguminosas proporcionou altas taxas de sobrevivência (54,1% a 88,0%) e fecundidade (8,47 a 17,36 ovos/fêmea) desse ácaro predador.

Johanowicz & Mitchell (2000) avaliaram os efeitos do néctar das flores de alísso [*Lobularia maritima* (L.) Desv. (Brassicaceae)] na longevidade de fêmeas do parasitoide *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) e *D. insulare* em experimento de casa de vegetação. *C. marginiventris* e *D. insulare* sobreviveram por um período

aproximadamente de 4,8 a 12,7 vezes mais longo, quando forneceram, respectivamente, mel e flores de *L. maritima* do que apenas água.

Wanderley et al. (2003) notificaram que em condições de laboratório, adultos da joaninha *C. sanguinea* reproduzem-se satisfatoriamente quando são alimentadas com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae) e néctar de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.; Apiaceae).

Berndt & Wratten (2005) observaram aumento longevidade e fecundidade de *D. tasmanica*, conforme observado por Irvin et al. (1999), ao prover de flores de alísso (*L. maritima*) para esse endoparasitoide, sendo que suas fêmeas com acesso às flores dessa brássica viveram, em média, sete vezes mais tempo que as fêmeas criadas na ausência dessas flores, enquanto que os machos tiveram sua longevidade aumentada em três vezes na presença das flores dessa brássica.

Clercq et al. (2005) observaram que quando a dieta com ovos da traça da farinha (*A. kuehniella*) foi suplementada com grãos de pólen coletados por abelhas, após congelamento desses grãos, a viabilidade dos ovos de *A. bipunctata* foi igualmente boa quanto à dieta natural dessa joaninha (pulgões vivos de *A. pisum*). Entretanto, somente 10% das larvas da joaninha alcançaram a fase adulta quando se alimentaram somente desses grãos de pólen, e os adultos resultantes pesaram menos (6,7 mg) do que a metade do peso dos adultos provenientes das larvas que se alimentaram de ovos da traça (13,8 mg). Os autores sugerem que *A. bipunctata* é capaz de compensar uma dieta subótima carnívora à base de uma presa, suplementado-a com o consumo de uma fonte de proteína vegetal (polens) e concluem que a polinifagia pode ser crucial tanto para a criação desse predador em laboratório como no seu uso em programa de controle biológico.

Begum et al. (2006) observaram que os adultos do parasitoide *Trichogramma carverae* Oatman e Pinto (Hymenoptera: Thrichogrammatidae) confinados com flores de *L. maritima*, tiveram sua longevidade aumentada, fato que permitiu às fêmeas desse parasitoide maior tempo para parasitar os ovos de seu hospedeiro: *Epiphyas postvittana* Walker (Lepidoptera: Tortricidae), uma séria praga dos vinhedos da Austrália e Nova Zelândia. Observaram ainda que fêmeas de *T. carverae* com acesso às flores, especialmente de *L. maritima*, por sobreviverem por mais tempo, tiveram maior probabilidade de atingir o máximo do potencial reprodutivo.

Venzon et al. (2006) observaram que o número total de ovos por fêmea e a longevidade de fêmeas e machos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) que se alimentaram da dieta de mel mais pólen de guandu [*Cajanus cajan* (L.), Fabaceae], que apresentou 24,9% de proteína, ou pólen de crotalária (*Crotalaria juncea* L.; Fabaceae), com 25,6% de proteína, foram significativamente maiores do que quando foi ofertado apenas o pólen dessas espécies de leguminosas ou dieta de mel mais pólen de mamona (*Ricinus communis* L.; Euphorbiaceae), apesar deste ter apresentado um teor maior de proteínas (37,5%).

Resende et al. (2007) constataram que plantações de couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*) quando consorciadas com coentro (*C. sativum*) apresentavam uma maior população de joaninhas, além de menor infestação por pulgões (Hemiptera: Aphididae): *Lipaphis pseudobrassicae* Davis, *Brevicorine brassicae* (L.) e *Myzus persicae* (Sulzer), quando comparadas a cultivos apenas de couve.

Lixa (2008) relatou a visitação de joaninhas na fase de florescimento de três espécies da família Apiaceae: *C. sativum* L. (coentro), *A. graveolens* L. (endro) e *F. vulgare* (erva-doce), sendo que os coccinelídeos mais frequentes foram os das espécies *C. sanguinea*, *H. convergens* e *E. connexa*. Por outro lado, alguns autores relataram que pode haver uma atratividade olfativa de fêmeas acasaladas *C. sanguinea* por plantas na fase vegetativa de coentro. Entretanto, essa atratividade não foi encontrada em todas as repetições do

experimento (AMARAL et al., 2011). Todavia, Resende (2012) evidenciou a presença de substâncias voláteis que atuam como atrativos olfativos para adultos de *C. externa*, sendo que adultos não acasalados foram mais atraídos por plantas de coentro, enquanto adultos acasalados por plantas de erva-doce.

Witting-Bissinger et al. (2008) observaram que a longevidade de fêmeas recém-emergidas (até 12 horas de vida) das microvespas *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (6,7 dias) e *Cotesia congregata* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) (5,1 dias) confinadas em gaiolas com flores do trigo mourisco (*F. esculentum*) aumentou em aproximadamente 8,5 vezes quando comparado com aquelas alimentadas somente com água. As fêmeas de *T. exiguum* confinadas com flores do trigo mourisco exibiram uma longevidade duas vezes maior do que das fêmeas confinadas com flores de erva-doce (*F. vulgare*). A longevidade das fêmeas de *C. congregata* confinadas com erva-doce e mel não diferiu estatisticamente. Fêmeas de *T. exiguum* e *C. congregata* confinadas apenas com água tiveram a menor longevidade (0,8 e 0,6 dias, respectivamente). A fecundidade total das fêmeas de *T. exiguum* quando confinadas com flores do trigo mourisco e erva-doce foi, respectivamente, 6,3 e 2,3 vezes maior do que quando confinadas apenas com água.

Oliveira (2009) observou que a dieta constituída por pólen de capim-elefante, *Pennisetum purpureum* (Schum) (Poaceae) foi consumida por larvas de *C. externa*, permitindo seu completo desenvolvimento. Em relação aos adultos, observou efeitos positivos sobre a capacidade reprodutiva quando foi adicionado mel ao pólen dessa gramínea.

2.5 Espécies de Apiaceae como Possível Fonte de Pólen para *Coleomegilla maculata*

Vários estudos conduzidos, em sua maioria, nos Estados Unidos da América, Europa, Nova Zelândia e Austrália, mostram que espécies das famílias Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae e Polygonaceae estão entre as plantas que beneficiam os inimigos naturais, particularmente insetos predadores e parasitoides. Entre esses benefícios, destacam-se a provisão de alimentos, como pólen e/ou néctar (ALTIERI et al., 2003; FIEDLER et al., 2008). Nesses países, essas plantas são muito conhecidas pelo termo “beneficial insectary plants” ou simplesmente “insectary plants”. Na língua portuguesa, tem sido proposta a tradução desse termo para “plantas insetário” ou “plantas atrativas para inimigos naturais” (VALENZUELA, 1994; DUFOUR, 2000; SINGH, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2010; BARBOSA et al., 2011).

Alguns estudos apontam que espécies vegetais de Apiaceae estão entre as plantas mais atrativas para as joaninhas afidófagas, que as visitam à procura de pólen e/ou néctar (PATT et al., 1997a,b; MEDEIROS, 2007; LIXA, 2008; RESENDE, 2008; LIXA et al., 2010).

A família Apiaceae reúne 300 gêneros com aproximadamente 3.000 espécies, com centro de dispersão principal localizado nas regiões temperadas do hemisfério norte, sendo mal representada por espécies nativas da flora brasileira, como algumas do gênero *Apium*. São plantas essencialmente herbáceas, em geral são ervas anuais ou bianuais, algumas das quais são aromáticas. Tem flores pequenas, reunidas em inflorescência tipo umbela composta, a exemplo das flores do gênero *Pimpinella* ou panícula de capítulos, como nas plantas do gênero *Erygium*, são hermafroditas, de simetria radial ou, às vezes, zigomorfas e pentâmeras. As flores, em geral, são protândricas, com o gineceu amadurecendo após a queda dos estames, que normalmente são em número de cinco, alternados com as pétalas. Frequentemente apresentam canais oleíferos nas partes vegetativas e nos frutos, conferindo a essas plantas um odor característico (JOLY, 1998; SANTOS et al., 2005).

2.5.1 *Anethum graveolens* L. (endro)

Segundo Menezes Júnior (2012), o endro é uma erva aromática, herbácea, atingindo até 1,20m de altura, além de ser extremamente resistente, devido a sua adaptabilidade a diferentes tipos de clima. Propagada por semente, suas flores são amarelas, dispostas em quatro a oito umbelas e seu fruto é um diaquênio com sementes marrons.

Segundo o mesmo autor, apesar de ser pouco conhecida no Brasil, essa espécie tem importância na medicina popular pelas propriedades anti-sépticas, estimulantes e digestivas. Na Itália, suas folhas frescas são usadas amplamente na culinária como condimento.

2.5.2 *Coriandrum sativum* L. (coentro)

De acordo com Castro & Chemale (1995), o coentro é uma planta anual, herbácea, com altura variando entre 0,70 e 1,00 m, caule ereto, ramoso e de cheiro penetrante. Suas raízes são longas e fusiformes, já suas flores são pequenas, brancas ou róseo-violáceas, actinomorfas, diclamídeas.

O coentro é uma das hortaliças mais comum na culinária, sendo utilizada em quase todo mundo, porém seu cultivo não visa apenas a produção de massa verde, suas sementes são de conhecido valor comercial e seu óleo é utilizado em tratamentos reumáticos, cosmética e perfumaria (SILVA JÚNIOR et al., 1995).

2.5.3 *Foeniculum vulgare* Mill. (erva-doce)

A erva-doce é uma planta perene ou bianual, herbácea, com altura variando de 1,50 a 2,00 m ereta. Tem folhas alternas, compostas com pequenas flores amarelas, cíclicas e hermafroditas; caules aéreos eretos, cilíndricos, lisos, estriados, verde-claros ou glaucos (CASTRO & CHEMALE, 1995).

Como fitoterápico, a erva-doce tem encontrado um bom mercado, já que atua no aparelho digestivo, intestinal, circulatório, além de favorecer secreção brônquica e secreção láctea (TESKE & TERENTINI, 1995).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 44 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 164).
- AGUIAR-MENEZES, E. L. Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. **Campos & Negócio**, Uberlândia, v. 4, n. 42, p. 66-67, 2006.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade no sistema de produção de hortaliças e relação com a redução de agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50., 2010. **Anais...** Guarapari: ABH, 2010. CD-Rom.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIXA, A. T.; RESENDE, A. L. S. Joanelhas predadoras, as aliadas do produtor no combate às pragas. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 111, p. 38-41, 2008.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. Coleópteros predadores (Coccinellidae). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R.P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos; base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 931-968.
- ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.
- ALTIERI, M.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- AMARAL, D. S. S. L.; PEREZ, A. L.; OLIVEIRA, J. M.; TOGNI, P. H. B.; VENZON, M.; PALLINI, A. Atração de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) a voláteis constitutivos de coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiceae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Sociedade Entomológica do Brasil, 2011. CD-Rom.
- BAGGEN, L. R.; GURR, G. M. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biological Control**, San Diego, v. 11, n. 1, p. 9-17, 1998.
- BAGGEN, L. R.; GURR, G. M.; MEATS, A. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 91, n. 1, p. 155-161, 1999.
- BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998. 396 p.
- BEGUM, M.; GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; HEDBERG, P. R.; NICOL, H. I. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 547-554, 2006.

BERNDT, L. A.; WRATTEN, S. D. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. **Biological Control**, San Diego, v. 32, p. 65-69, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Consulta à Legislação (SISLEGIS). Módulo da Legislação Agropecuária Decreto Nº 6323, de 27 de dezembro de 2007. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

CALTAGIRONE, L E; DOUTT, R. L. The history of the vedalia beetle importation to California and its impact on the development of biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, p. 1-16, 1989.

CARSON, R. **Silent Spring**. Boston: Houghton Mifflin Co., 1962. 368 p.

CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas – descrição e cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 1995. 105 p.

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

CORREIA, A. do C. B. **Morfologia e aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* Mader, 1950 (Coleoptera: Coccinellidae)**. 54 p. 1986. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

COSTA LIMA, A. M. Família Coccinellidae. In: COSTA LIMA, A. **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).

COTTRELL, T. E.; YEARGAN, K. V. Influence of a native wild, *Acalypha ostryaefolia* (Euphorbiaceae), on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) population density, predation, and cannibalism in sweet corn. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 6, p. 1375-1385, 1998.

DE MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 189-203, 2000.

DIXON, A. F. G. **Insect predator–prey dynamics: ladybird beetles and biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 257 p.

DUFOUR, R. **Farmscaping to enhance biological control**. Fayetteville: NCAT/ATTRA, 2000. 40 p.

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms**. New York: Almqvist and Wiksell, 1960. 553p.

FIEDLER, A. K.; LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. **Biological Control**, San Diego, v. 45, n. 2, p. 254–271, 2008.

FLINT, M. L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to integrated pest management**. New York: Plenum Press, 1981. 240 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; OUYANG, Y.; BUGG, R. L. Leguminous cover crops to enhance population development of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae) in citrus. **Biological Control**, San Diego, v. 16, p. 73-80, 1999.

GRAVENA, S. Insetos benéficos na Gravena. Disponível em: <<http://www.gravena.com.br/insebenefico.htm>>. Acesso em: 22 de abril de 2012.

GRAVENA, S. O controle biológico na cultura algodoeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n. 104, p. 3-15, 1983.

GUERREIRO, J. C.; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, A. C. Influência da alimentação complementar na oviposição e eficiência de predação de *Pentilia egena* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Aspidiotus nerii* (Hemiptera: Diaspididae). **Revista Científica Eletrônica Agronomia**, v.2, n. 4, p. 1-4, 2003.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos; um resumo de Entomologia**. [tradução de Sônia Maria Marques Hoenen]. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

GURNEY, B.; HUSSEY, N. W. Evaluation of some coccinellid for the biological control of aphid in protected cropping. **Annals Applied Biology**, Cambridge, v. 65, p. 451-458, 1970.

GYENGE, J. E.; EDELSTEIN, J. D.O.; SALTO, C. E. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 345-356, 1998.

HAGEN, K. S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, 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.

HAGEN, K. S.; VAN DEN BOSCH, R. Impact pathogens, parasites, and predators on aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 13, p. 325-384, 1968.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: W. Junk, 1973. 260 p.

HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 12, p.76-104, 1967.

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

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

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

IDRIS, A. B. **Ecology and behavior of *Diadegma insulare* (Cresson), a biological control agent of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)**. 205 f. 1995. Ph. D. Thesis, Michigan State University, East Lansing, MI.

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

IPERTI, G.; BRUN, J.; DAUMAL, J. Possibilité de multiplication des coccinelles coccidiphages et aphidiphages (Coleoptera: Coccinellidae) à l'aide d'oeufs d' *Anagasta kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae). **Annales de Zoologie-Ecologie Animalee**, v. 4, n. 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, n. 3, 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**, Paris, v. 17, p. 437-441, 1972.

IRVIN, N. A.; WRATTEN, S. D.; CHAPMAN, R. B.; FRAMPTON, C. M. Effects of floral resources on fitness of the leafroller parasitoid (*Dolichogenidea tasmanica*) in apples. **Proceedings New Zealand Plant Protection**, Hastings, v. 52, p. 84-88, 1999.

JOHANOWICZ, D. L.; MITCHELL, E. R. Effects of sweet alyssum flowers on the longevity of the parasitoid wasps *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 83, n.1, p.41-47, 2000.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12.ed. São Paulo: Companhia Edita Nacional, 1998. 777 p. (Biblioteca Universitária. Série 3. Ciências Puras, v. 4).

KALASKAR, A.; EVANS, E. W. Larval responses of aphidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to weevil larvae versus aphids as prey. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 94, p. 76-81, 2011.

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.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 455-459, 1999.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 175-201, 2000.

LEIUS, K. Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasitoids. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 92, p. 369-376, 1960.

LEIUS, K. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 99, p. 444-446, 1967.

LEWIS, W. J.; STAPEL, J. O.; CORTESERO, A. M.; TAKASU, K. Understanding how parasitoids balance food and host needs: importance to biological control. **Biological Control**, San Diego, v. 11, p. 175-183, 1998.

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.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M. T. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 354-359, 2010.

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).

LUNDGREN, J. G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, San Diego, v. 51, n. 2, p. 294-305, 2009.

MACHADO, V. L. R. **Morfologia e aspectos biológicos de *Olla vnigrum* (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. 63 p.

MEDEIROS, M. A. **Papel da Biodiversidade no manejo da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 145p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MEDEIROS, M. A.; RIBEIRO, P. A.; MORAIS, H. C.; CASTELO BRANCO, M.; SUJII, E. R.; SALGADO-LABORIAU, M. L. Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 2, p. 293-300, 2010.

MENEZES JÚNIOR, A. Endro – *Anethum graveolens*. Disponível em: < <http://www.jperegrino.com.br/Fitoterapia/endro.htm> > Acesso em: 25 maio 2012.

METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to insect pest management**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 587 p.

MICHAUD, J.P. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, Ceske Budejovice, 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**, Oxon, v. 126, n. 1, p. 40-45, 2008.

MILLÉO, J.; DE SOUZA, J. M. T.; CASTRO, J. P.; CORRÊA, G. H. Coccinélídeos (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.

NIELSEN, N.; GROMMER, J.; LUNDEN, R. Investigations on the chemical composition of pollen from some plants. **Acta Chemica Scandinavica**, v. 9, n. 7, p. 1100-1106, 1955.

NINKOVIC, V.; PETTERSSON, J. Searching behaviour of the seven-spotted ladybird, *Coccinella septempunctata* – effects of plant-plant odour interaction. **Oikos**, v. 100, n. 1, p. 65-70, 2003.

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**, Ottawa, v. 110, p. 407-412, 1978.

OBRYCJI, J. J.; KRING, J. T. Predaceous coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 295-321. 1998.

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

OLIVEIRA, S. A. **Bioecologia de *Sipha flava* (Forbes, 1884) (Hemiptera: Aphididae) e do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em forrageiras.** 133f. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 83, p. 21-30, 1997b.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997a.

PRADHAM, S. The alimentary canal and pro-epithelial regeneration in *Coccinella septempunctata* with a comparison of carnivorous and herbivorous coccinellids. **The Quarterly Journal of Microscopical Science**, London, v. 81, p. 451-478, 1939.

PRADHAM, S. The alimentary canal of *Epilachna indica* (Coccinellidae, Coleoptera) with a discussion on the activity of the mid-gut epithelium. **Journal of the Royal Asiatic Society of Bengal Science**, Calcutta, v. 2, p. 127-156, 1936.

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 (VII JEPEX), 7., Recife, 2007. CD-Rom.

RESENDE, A. L. S. **Bioecologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e análise faunística da artropodofauna associada a plantas da família Apiaceae.** 106 p. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RESENDE, A. L. S. **Comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) e aspectos fitotécnicos da couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) em consórcio com coentro (*Coriandrum sativum*), sob manejo orgânico.** 85 p. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

RESENDE, A. L. S.; SANTOS, C. M. A.; CAMPOS, J. M. VIANA, A. J. S.; OLIVEIRA, R. J.; LIXA, A. T.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; GUERRA, J. G. M. Efeito do consórcio couve e coentro, sob manejo orgânico, na população de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) predadoras de pulgões da couve. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 925- 928, 2007.

RESENDE, A. L. S.; VIANA, A. J. S.; OLIVEIRA, R. J.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; RIBEIRO, R. L. D.; RICCI, M. S. F.; GUERRA, J. G. M. Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010.

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

RIDDICK, E. W. Benefits and limitations of factitious prey and artificial diets on life parameters of predatory beetles, bugs, and lacewings: a mini-review. **BioControl**, v. 54, n. 3, p. 325-339, 2009.

SANTOS, L. S.; RIBEIRO, M. V.; LIMA, C. S. M.; TURCHETTO, A. C.; PETERS, J. A.; BRAGA, E. J. B. Estabelecimento e multiplicação in vitro de endro (*Anethum graveolens* L.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2005, Pelotas, RS. **Resumos...** Pelotas: UFPel., 2005. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2005/arquivos/conteudo_CB.html#01288>. Acesso em: 03 abril 2012.

SANTOS, N. R. P.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; ANJOS, A. C. R.; OLIVEIRA, L. V. L. Aspectos biológicos de *Hamonia axyridis* alimentada com duas espécies de presas e predação intraguilda com *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 554-560, 2009.

SHELTON, A. Biological control: a guide to natural enemies in North America. Ithaca: Cornell University. Disponível em: <<http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/predators/Coleomegilla.html>> Acesso em: 02 abril 2012.

SILVA JÚNIOR, A. A.; VIZZOTTO, V. J.; GIORGI, E.; MACEDO, S. G. MARQUES, L. F. **Plantas medicinais, caracterização e cultivo**. Florianópolis: Epagri, 1995. 51 p. (Epagri. Boletim técnico, 68).

SILVA, R. A. da, 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.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; LIMA, E. R.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica**, v. 37, n. 2, p. 115-123, 2009.

SIMPSON, R. G.; BURKHARDT, C. C. Biology and evaluation of certain predators of *Therioaphis maculata* (Buckton). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 53, p. 89-94, 1960.

SINGH, A. Farmscaping; farming with nature in mind. *The Canadian Organic Grower*, p.56-58, 2004. Disponível em: <<http://www.cog.ca/documents/Farmscaping.pdf>> Acesso em 06/12/2011.

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**, Toronto, 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). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, 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**, Toronto, v. 91, p. 270-271, 1961.

TELENGA, N. A. Biological method of pest control in crops and forest plants in the USSR. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUARANTINE AND PLANT PROTECTION, 9., Moscow. Moscow: Report of the Soviet Delagation, 1958. p. 1-15.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium**: compêndium de fitoterapia. Paraná: Herbarium Lab. Botânico, 1995. 317 p.

TOPHAM, M.; BEARDSLAY, J. W. An influence of nectar source plants on the New Guinea sugar cane weevil parasite, *Lixophya sphenophori* (Villeneuve). In: **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 22, p. 145-155, 1975.

VAN DEN BOSCH, R. **The pesticide conspiracy**. New York: Doubleday & Company, 1978. 226 p.

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. (eds.). **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. p. 21-36.

VALENZUELA, H. R. Insectaries; the use of insectary plants as a reservoir for beneficials in vegetable agroecosystems. *Vegetable Crops Update*, Manoa, v. 4, p. 1-8, 1994. Disponível em: <<http://www2.hawaii.edu/~hector/VegCropUpdates/1994/Nov94%20.pdf>> Acesso em 06/12/2011.

VATTALA, H. D.; WRATTEN, S. D.; PHILLIPS, C. B.; WÄCKERS, F. L. The influence of flower morphology and nectar quality on the longevity of a parasitoid biological control agent. **Biological Control**, San Diego, v. 39, p. 179-185, 2006.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; PALLINI, A. Controle biológico conservativo. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (eds.). **Controle alternativo de doenças e pragas**. Viçosa: EPAMIG, 2005. p. 1-22.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing

Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família *Trichogrammatidae*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FAPESP, FEALQ, 1997. p. 67-119.

WANDERLEY, P. A.; PALHANO, M. A.; MORAES FILHO, J. R.; ARAÚJO-WANDERLEY, M. J.; FERNANDES, F. S. Reprodução de joaninhas alimentadas com pulgões e néctar de erva-doce. In: ENCONTRO TEMÁTICO DO MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA UFPB, 2., João Pessoa, PB, 2003. **Anais...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2003.

WITTING-BISSINGER, B. E.; ORR, B. E.; LINKER, H. M. Effects of floral resources on fitness of the parasitoids *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Cotesia congregata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, San Diego, v. 47, n. 2, p. 180–186, 2008.

WRIGHT, E. J.; LAING, J. E. Numerical response of coccinellids to aphid in corn in Southern Ontario. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 112, n. 10, p. 977-988, 1980.

CAPITULO I

CAPACIDADE DE INGESTÃO DE PÓLEN DE TRÊS ESPÉCIES DE APIACEAE POR *Coleomegilla maculata* DeGeer (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

RESUMO

A presa pode não ser a única fonte de recurso alimentar para a sobrevivência e reprodução dos insetos predadores, como ocorre com algumas espécies da família Coccinellidae (Coleoptera), a exemplo da *Coleomegilla maculata* DeGeer, que podem suprir sua alimentação com pólen, na ausência ou carência da presa preferencial ou na presença de uma presa de qualidade nutricional inferior. Ainda não foi comprovada a ingestão de pólen da família Apiaceae por *C. maculata*, mas há alguns registros da visitação às flores de algumas espécies dessa família botânica por essa joaninha. Nesse contexto, os objetivos desse trabalho foram avaliar a capacidade de ingestão de pólen de três espécies de Apiaceae [*Coriandrum sativum* L. (coentro), *Anethum graveolens* L. (endro) e *Foeniculum vulgare* Mill. (erva-doce)] por larvas de quarto instar e adultos de *C. maculata*, bem como verificar se existe diferença na capacidade de consumo entre essas duas fases de desenvolvimento dessa joaninha. Foram usados 150 adultos e 150 larvas de quarto instar de *C. maculata*, separando 50 indivíduos por espécie botânica. De cada grupo de 50 joaninhas, 25 permaneceram na presença das flores por 24 horas e 25 na presença das flores por 48 horas. As flores foram ofertadas dentro de gaiolas com cinco indivíduos em cada, constituindo as repetições dos experimentos. O delineamento experimental foi em arranjo fatorial 3 x 2 x 2 [três espécies de Apiaceae (coentro, endro e erva-doce), duas fases de vida do inseto (larva de quarto instar e adulto) e dois tempos de exposição às flores (24 e 48 horas)], com cinco repetições. Após cada tempo de exposição, os insetos foram mortos por congelamento e submetidos à análise de acetólise, por meio da técnica de Erdtman (1960), com o objetivo de destruir os tecidos e outras partes orgânicas e recuperar o pólen possivelmente presente no trato digestório desse predador. Os números de grãos de pólen para cada espécie de Apiaceae encontrados para as fases de vida de *C. maculata* analisadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi recuperado um total de 15.566 grãos de pólen de coentro, 35.779 de endro e 18.335 de erva-doce. Constatou-se a presença de grãos de pólen nas cinco repetições de todos os tratamentos, comprovando a ingestão de pólen dessas três Apiaceae por adultos e larvas de quarto instar de *C. maculata*. A quantidade de grãos de pólen de endro ingerida pelos adultos de *C. maculata* foi significativamente maior em 24 h (1.032,92) do que em 48 h (75,16), ocorrendo o contrário com o consumo de grãos de pólen de coentro (42,48 e 164,45, respectivamente) e erva-doce (0,88 e 153,04, respectivamente). Não houve diferença significativa no consumo dos grãos de pólen entre as três espécies de Apiaceae pelas larvas de quarto instar, nos dois tempos de exposição.

Palavras-chave: Joaninha afidófaga, polinivoria, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*.

ABSTRACT

The prey may not be the only food source to survivorship and reproduction of the predator insects, as occur with some specie of the family Coccinellidae (Coleoptera), such as *Coleomegilla maculata* DeGeer, which may supply its dietary with pollen on the absence or lacking of the preferential prey or in the presence of a prey with inferior nutritional quality. The ingestion of the pollen of the family Apiaceae by *C. maculata* was not yet prove, but there are some records of the visitation to the flowers of the some species of this botanical family. In this context, the objectives of this work were to evaluate the capacity of pollen ingestion of three species of Apiaceae [*Coriandrum sativum* L. (coriander), *Anethum graveolens* L. (dill), and *Foeniculum vulgare* Mill. (fennel)] by larvae of 4th instar and adults of *C. maculata*, as well if there is difference in the consumption capacity between these two development phases of this ladybeetle. It was used 150 adults and 150 larvae of 4th instar of *C. maculata*, splitting 50 individuals per botanical species. From each group of 50 ladybeetles, 25 remain in the presence of flowers by 24 h and 25 in the presence of flowers by 48 h. The flowers were provided inside the cages with five individual in each, representing the replications of the experiments. The experimental design was in factorial arrangement 3 x 2 x 2 [three species of Apiaceae (coriander, dill and fennel), two life phases of the insect (larva of the 4th instar and adult) and two times of exposition to the flowers (24 and 48 hours)], with five replicates. After each time of exposition, the insects were dead by freezing and submitted to acetolysis analysis by the technic of Erdtman (1960), with the aim of destroying the tissues and other organic parts and recover the pollen possibly present in the gut of this predator. The numbers of pollen grains per each species of Apiaceae found to the live phases of *C. maculata* analyzed were submitted to variance analysis and the averages were compared by Tukey's test at 5% of probability. A total of 11.566 pollen grains of coriander, 35.779 of dill, and 18.335 of fennel were recovered. The presence of pollen grains in the five replications of all treatments, proving that there is the ingestion of the pollen of these three Apiaceae by adults and larvae of 4th instar of *C. maculata*. The amount of pollen grains of the dill ingested by the adults of *C. maculata* was significantly superior in 24 h (1,032.92) than in 48 h (75.16), in contrast to consumption of pollen grains of coriander (42.48 and 164.45, respectively) and fennel (0.88 and 153.04, respectively). There is no significant difference in the consumption of pollen grains among the three species of Apiaceae by the larvae of 4th instar, at the two times of exposition.

Key words: Aphidophagous ladybeetle, pollinivory, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*.

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico conservativo é uma estratégia de controle biológico que procura tanto proteger quanto melhorar as atividades dos inimigos naturais, preservando-os por meio de práticas que minimizem a interrupção de processos ecológicos naturais. Essas práticas podem variar desde o uso de agrotóxicos seletivos aos inimigos naturais quanto à manipulação ambiental, que em muitos sistemas agrícolas pode aumentar a população de inimigos naturais e reduzir o das pragas (BARBOSA, 1998; GULLAN & CRANSTON, 2007).

Dentro das diversas opções de modificação do ambiente, a oferta de flores é uma técnica importante a ser considerada, tendo em vista que a atratividade e a disponibilidade de néctar e pólen para predadores e parasitoides é um dos pré-requisitos para potencializar sua eficácia como agentes de controle biológico de pragas (BARBOSA et al., 2011).

Entre esses agentes, encontram-se os insetos predadores da família Coccinellidae (Coleoptera), vulgarmente chamados de joaninhas ou coloquialmente de coccinélídeos. Por apresentarem voracidade alimentar, grande capacidade de busca de suas presas, serem predadoras tanto na fase larval como na fase adulta e serem generalistas, apresentam grande contribuição no controle biológico natural de insetos-pragas em diferentes cultivos. Entre os coccinélídeos, pode-se destacar a espécie *Coleomegilla maculata* DeGeer, fazendo-se necessárias pesquisas sobre seus hábitos alimentares (HAGEN & BOSCH, 1968; HODEK, 1973; HODEK & HONEK, 1996; HARTERREITEN-SOUZA et al., 2009).

C. maculata é uma espécie predadora muito polífaga, desenvolvendo-se bem quando se alimenta apenas de pulgões (ou afídeos) ou, mesmo ovos e larvas de lepidópteros ou coleópteros (PATT et al., 1997a; LIXA et al., 2009). Todavia, de acordo com Hoffmann & Fordsham (1993), o pólen pode constituir até 50% da dieta da *C. maculata*, já tendo sido registrado a ingestão de grãos de pólen de milho (*Zea mays* L., Poaceae) por adultos e larvas (SMITH, 1961; 1965; 1966; WEBER & LUNDGREN, 2011). Contudo, não foi comprovada a ingestão de grãos de pólen de Apiaceae, embora alguns autores constatarem a atratividade e a visitação de plantas dessa família por diferentes espécies de joaninhas, incluindo *C. maculata*, usando essas plantas como locais de abrigo, acasalamento e oviposição (PATT et al., 1997a; MEDEIROS, 2007; LIXA, 2008; RESENDE, 2008; LIXA et al., 2010). Há registro do acesso de indivíduos de *C. maculata* ao néctar de flores de Apiaceae porque possui tamanho da cabeça compatível com a morfologia floral dessa família botânica, particularmente por apresentar nectários expostos ou parcialmente escondidos (PATT et al., 1997a,b).

Muitas espécies botânicas possuem morfologia floral que pode facilitar, dificultar ou impedir o acesso dos insetos aos recursos florais, particularmente néctar e pólen. Dessa maneira, a acessibilidade dos insetos entomófagos a esses recursos torna-se um fator primordial na escolha da espécie vegetal que poderá ser empregada para compor o sistema de cultivo e otimizar o controle biológico natural (PATT et al., 1997b; VATTALA et al., 2006; BARBOSA et al., 2011).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade de ingestão de pólen de três espécies da família Apiaceae por larvas de quarto instar e adultos de *C. maculata*, bem como verificar se existe diferença na capacidade de consumo entre essas duas fases de desenvolvimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedência dos Insetos

Os indivíduos de *Coleomegilla maculata* usados nos experimentos foram obtidos a partir de uma criação artificial dessa espécie (Figura 1), a qual foi estabelecida no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), desde 2008. O CIMP está localizado no Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do *campus* de Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Para o estabelecimento dessa criação, os primeiros indivíduos dessa joaninha foram coletados na área de produção orgânica de hortaliças da Fazendinha Agroecológica do Km 47 (também conhecida como Sistema Integrado de Produção Agroecológica-SIPA, em Seropédica, RJ) (NEVES et al., 2005).

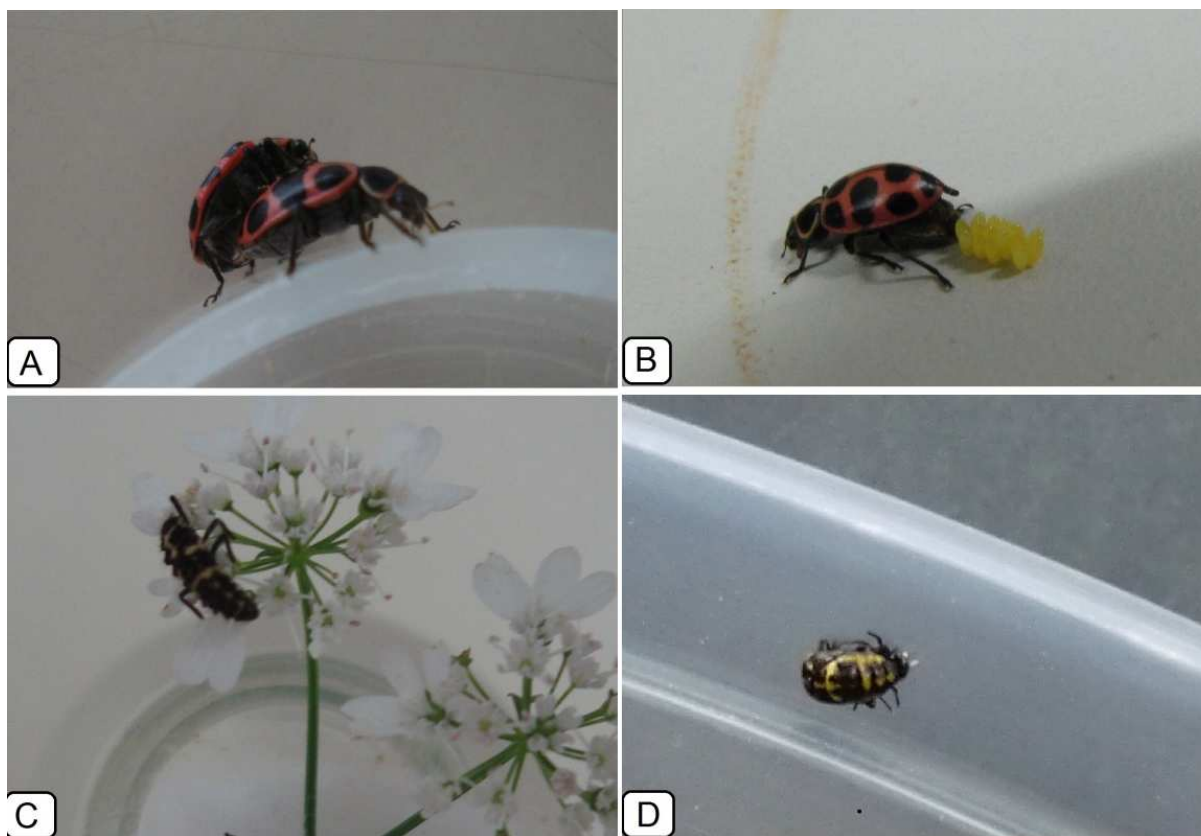


Figura 1. Indivíduos da criação de *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) do CIMP. (A) Casal realizando a cópula; (B) Fêmea ovipositando; (C) Larva de 4º instar em cima de flores de coentro (*Coriandrum sativum* L.); e (D) Pupa.

2.2 Criação de *C. maculata* em Laboratório

Os indivíduos coletados em campo constituíram as primeiras matrizes de *C. maculata*, as quais foram mantidas em potes plásticos descartáveis transparentes de 1L de capacidade em sala climatizada com auxílio de aparelho de ar condicionado ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR) e temporizador (fotofase de 12 horas). Uma média de cinco indivíduos por pote foi estabelecida, com a presença de pelo menos um casal, sendo os potes vedados com tampa telada de organza para permitir as trocas gasosas.

Os adultos de *C. maculata* foram inicialmente alimentados *ad libitum* com ovos inviabilizados da mariposa *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (presa artificial), mais água, que foi fornecida em algodão hidrófilo umedecido com água filtrada e colocados em tampas de plástico de refrigerante. Diariamente, eram realizadas vistorias dos potes para detecção de posturas de *C. maculata* e observar o dia exato da eclosão de suas larvas. Somente após o segundo dia a partir da observação da eclosão das larvas, procedia-se a individualização destas, para evitar a alta mortalidade de larvas de primeiro instar quando manuseadas no primeiro dia da eclosão (MACHADO, 1982).

As larvas de dois dias de idade eram, então, transferidas para frascos de vidro de 20 mL, tampados com rolha de algodão hidrófilo e mantidos em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas), sendo alimentadas *ad libitum* com ovos inviabilizados de *A. kuehniella* até a obtenção dos adultos. Esse procedimento foi adotado a fim de evitar canibalismo.

Os ovos de *A. kuehniella* inviabilizados por esterilização com radiação ultravioleta foram adquiridos por meio de compra em empresa brasileira especializada (Insecta Agentes de Controle Biológico, Lavras, MG) e armazenados em freezer doméstico. Antes de provê-los aos insetos, os ovos eram mantidos na geladeira para descongelamento.

Posteriormente, com a criação já estabelecida, ou seja, gerando novos descendentes, dois tipos de alimentos foram ofertados *ad libitum* aos insetos (larvas e adultos) da criação: ovos inviabilizados da mariposa *A. kuehniella* e larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae). As larvas desse díptero foram obtidas da criação mantida em sala climatizada do CIMP com auxílio de aparelho de ar condicionado e humidificador ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 24 horas), 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 <http://aquarioland2000.tripod.com/drosophila.htm> (AQUARIOLAND, 2012).

Esporadicamente, novos adultos de *C. maculata* eram inseridos à criação, visando evitar a ocorrência de endogamia e perda de vigor da criação.

2.3 Escolha e Cultivo das Apiaceae e Caracterização dos Seus Grãos de Pólen

Três espécies aromáticas da família Apiaceae foram selecionadas como fonte de pólen para os adultos e larvas de quarto instar de *C. maculata*: *Coriandrum sativum* L. (coentro), *Anethum graveolens* L. (endro) e *Foeniculum vulgare* Mill. (erva-doce).

As mudas das espécies aromáticas foram produzidas a partir de sementes (Isla Sementes Ltda.[®]), em bandejas de poliestireno, mantidas em casa de vegetação do DEnF, usando substrato para mudas comercial misturado com húmus, na proporção 2:1. A germinação indicada pelo fabricante era de 91% para endro, 80% para coentro e 70% para erva-doce, sendo assim foram colocadas três sementes por célula, seguido de um desbaste após emergência das plantas, deixando duas plantas/célula e, assim, reduzir o número de perdas durante o transplântio.

Ao completarem 30 dias (13 de junho de 2011), as mudas foram transplantadas para canteiros de 1,2 x 2,4 m localizados na área experimental do DEnF. Foi utilizado um espaçamento de 0,3 m entre linhas e entre plantas, totalizando 32 plantas por canteiro. A adubação consistiu em 2 kg de esterco bovino curtido por m² de canteiro. As plantas de coentro, endro e erva-doce iniciaram o florescimento nos dias 20 de agosto de 2011, 01 de setembro de 2011 e 26 de setembro de 2011, respectivamente.

Dessa maneira, botões em pre-antese das três espécies de Apiaceae foram coletadas e transportadas em frasco de vidro com álcool 70% para o Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ (Rio de Janeiro, RJ), onde foram submetidas ao método de acetólise de Erdtman com propostas modificadas em 1960 (ERDTMAN, 1960; MELHEM et al., 2003), para identificação e caracterização morfológica dos grãos de pólen e montagem de lâminas de referência para cada espécie botânica. Os procedimentos do método de acetólise com as flores seguem a mesmo protocolo usados para os insetos descritos no item 2.4.

Partes das plantas dessas espécies botânicas contendo flores também foram retiradas para montagem de exsicatas, as quais foram depositadas no Herbário do Museu Nacional/UFRJ, recebendo um número de registro: R-212.562: *Anethum graveolens* L. (endro); R-212.563: *Coriandrum sativum* L. (coentro); e R-212.564: *Foeniculum vulgare* Mill. (erva-doce).

2.4 Descrição dos Experimentos em Laboratório

Para condução dos experimentos foram usados 150 larvas de quarto instar e 150 adultos de *C. maculata* com aproximadamente 30 dias de idade. Os 150 adultos foram divididos aleatoriamente em três grupos de 50 indivíduos, um grupo para cada espécie de flor, sem chance de escolha. Cada grupo de 50 foi dividido em outros dois subgrupos iguais, em que a variável era o tempo de exposição do inseto às flores: 25 permaneceram 24 horas em contato com as flores, enquanto os outros 25 por 48 horas. Essa divisão está detalhada na figura 2. As 150 larvas de quarto instar de *C. maculata* foram divididas da mesma maneira.

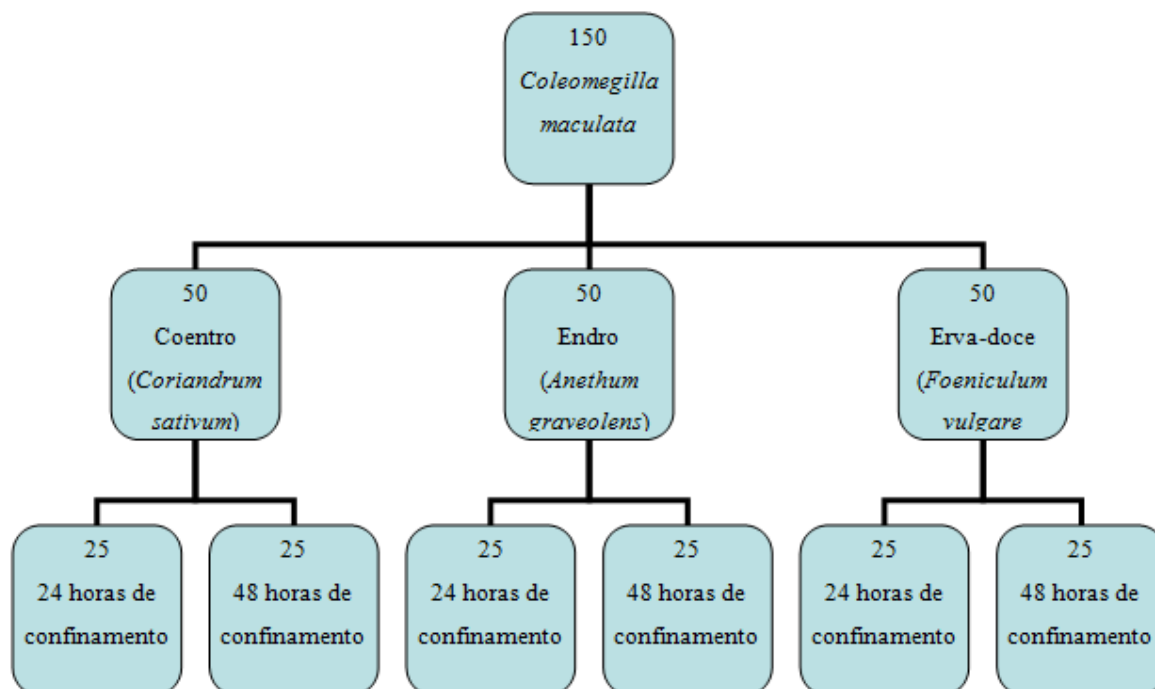


Figura 2. Divisão dos indivíduos de *Coleomegilla maculata* nos diferentes tratamentos.

Essa medida foi tomada por precaução, pois 24 horas poderia não ser tempo suficiente para que eles começassem a se alimentar do pólen, ao mesmo tempo que em 48 houvesse tempo suficiente não só para a ingestão, mas também para digestão e eliminação dos mesmos.

Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de temperatura (25 ± 1 °C) e umidade relativa do ar ($70 \pm 10\%$) e fotofase de 12 horas em sala climatizada do CIMP

com auxílio de aparelho de ar condicionado e temporizador, no período de agosto de 2011 a maio de 2012. Os adultos e as larvas de quarto instar de *C. maculata* selecionados permaneceram 24 horas sem alimentação para que não houvesse a possibilidade de não ingerirem os grãos de pólen de qualquer uma das três espécies de Apiaceae selecionadas por estarem saciados.

As flores recém-abertas foram coletadas das plantas cultivadas nos canteiros do DEnF, reunidas em buquê e colocadas imediatamente em um recipiente de vidro contendo água, cuja boca foi vedada com algodão para evitar que as joaninhas entrassem no vidro (Figura 3). O intuito foi ofertar as flores e não somente o pólen, para assim disponibilizá-las da maneira como encontradas pelos insetos em condições naturais, ou seja, no campo, além da dificuldade em separar os grãos de pólen da flor.

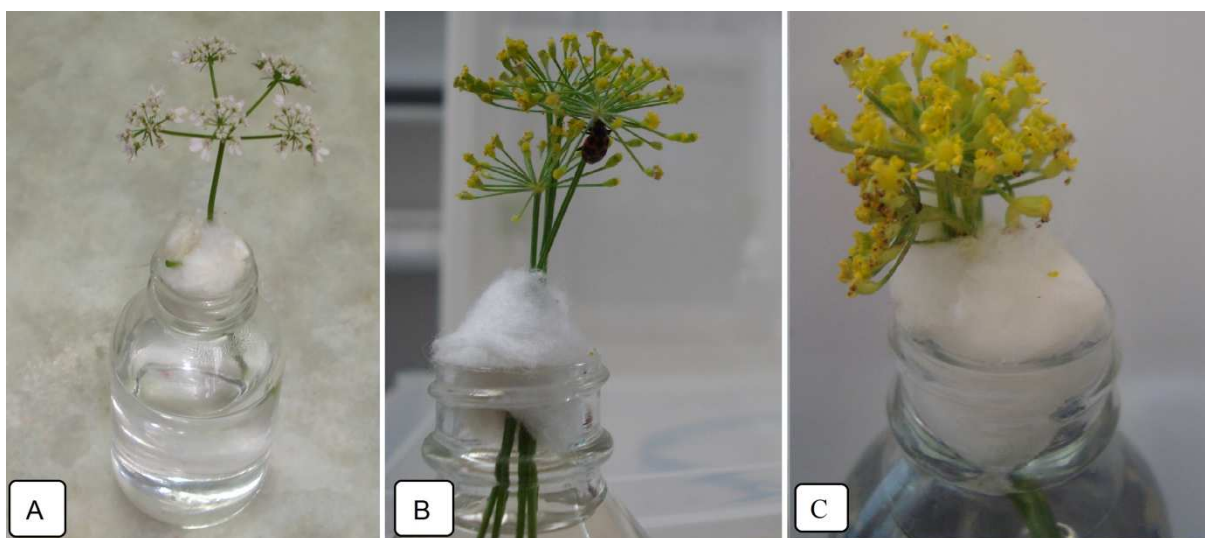


Figura 3. Flores ofertadas a larvas e adultos de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório: (A) flores de coentro; (B) flores de endro; e (C) flores de erva-doce.

Quatro buquês de flores da mesma espécie foram posicionados no interior de gaiolas de plástico de polietileno (30 cm x 30 cm x 30 cm), com malha fina de 1 mm², colocando um buquê em cada canto da gaiola (Figura 4), sendo liberados cinco indivíduos de *C. maculata* por gaiola. Diante de um total de 25 indivíduos para cada tempo de exposição, teve-se, então, cinco gaiolas para cada tratamento.

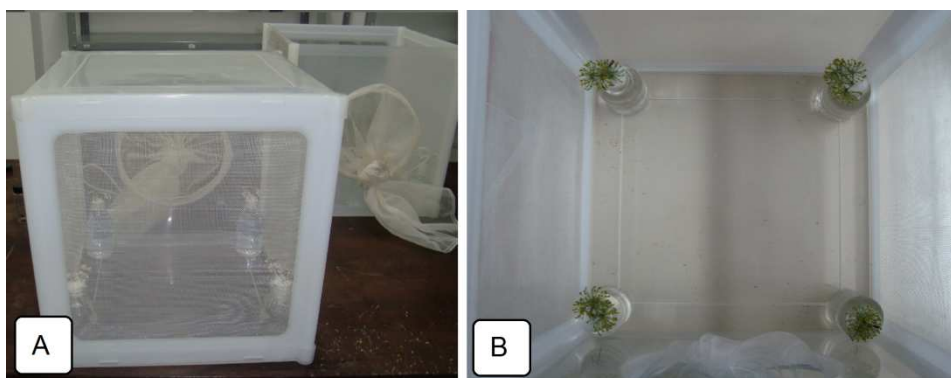


Figura 4. Gaiolas usadas no experimento de oferta de flores às larvas e aos adultos de *Coleomegilla maculata*. (A) Vista externa da gaiola; (B) Vista interna da gaiola, mostrando buquês de flores de coentro.

Após o tempo predeterminado as joaninhas foram mortas por congelamento e no dia seguinte, foram lavadas com água para a eliminação dos grãos de pólen presentes na parte externa dos insetos e retiradas as pernas e asas dos mesmos a fim de que esses não interferissem no método de acetólise a que foram submetidos cada indivíduo dos diferentes tratamentos.

2.5 Avaliação da Ingestão de Grãos de Pólen pelas Joaninhas pelo Método de Acetólise

Essa etapa foi realizada no Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ. Cada inseto foi colocado em um micro-tubo do tipo Eppendorf de 1,5 ml e marcado com papel vegetal e, em seguida, submetido ao método de acetólise de Erdtman com propostas modificadas em 1960 (ERDTMAN, 1960; MELHEM et al., 2003), para destruição dos tecidos e outras partes orgânicas, mas preservando os grãos de pólen possivelmente ingeridos.

Previamente ao método de acetólise, as 300 amostras (150 larvas e 150 adultos) foram colocadas em tubos de ensaio numerados. Em seguida, com o auxílio de um bastão de vidro limpo macerou-se o inseto para liberar o pólen possivelmente ingerido em meio ao ácido acético glacial e permanecendo ali por no mínimo 24 horas. O ácido acético glacial tem a função de desidratar o pólen, agindo como fixador. Além disso, segundo Melhem et al. (2003) a passagem pelo ácido permite melhores resultados, fornecendo lâminas limpas e sem resíduos. Após o tempo esperado, os tubos foram centrifugados por 10 minutos com 2000 rpm, o sobrenadante descartado, deixando ao fundo os grãos de pólen.

Para dar continuidade, foi preparada a mistura acetolítica que corresponde a 9 ml de anidrido acético para 1 ml de ácido sulfúrico, distribuído em partes iguais aos tubos. Essa mistura destruiu todo conteúdo interno, deixando só a exina do grão de pólen. No momento em que era colocada a mistura, os tubos de ensaio são levados a banho-maria a 80°C por aproximadamente 1 minuto e 40 segundos, com o intuito de acelerar o processo. Durante o tempo em banho-maria o conteúdo do tubo foi misturado com bastão de vidro limpo.

Novamente, como feito no fim de cada etapa, os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 2000 rpm, atentando-se ao conteúdo em cada tubo para que houvesse equilíbrio na centrifuga, e o sobrenadante descartado. O resultante foi lavado com 10 ml de água destilada e 2 gotas de acetona por tubo, agitando com bastões de vidro para limpeza do material, e novamente finalizando essa etapa com a centrifuga.

Adicionou-se 5 ml de uma solução de 50% de água glicerinada e foram deixados descansando por no mínimo 30 minutos para que os grãos de pólen novamente hidratassem e retornassem ao tamanho original. Por fim, após a centrifugação e o descarte do sobrenadante, os tubos foram colocados com a boca voltada para baixo sobre um papel filtro. Um glóbulo de gelatina glicerinada (com o intuito de conservar e evitar contaminação) de aproximadamente 0,3 mm de diâmetro, com o auxílio de um estilete, foi passado no fundo dos tubos a fim de coletar os grãos de pólen presentes.

Transferida para uma lâmina de microscopia limpa, a gelatina foi dividida em três partes e montadas três lâminas etiquetadas que foram posteriormente avaliadas para identificação dos grãos de pólen. As lâminas foram ligeiramente aquecidas sobre uma placa aquecedora. Quando a gelatina fundia, lamínulas foram colocadas sobre a lâmina e selada com parafina nas laterais, o que permite uma melhor conservação das mesmas. O excesso de parafina foi retirado com o uso de estiletos e a limpeza final feita com panos úmidos. O trabalho resultou em 909 lâminas que foram analisadas em microscópio óptico.

2.6 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi fatorial para comparar a ingestão de pólen pelas joaninhas considerando as diferentes fases de desenvolvimento, o tempo de exposição às flores e as espécies de planta, sendo a principal hipótese a ser testada referente à interação desses três fatores.

Para realizar a análise de variância, as pressuposições necessárias foram testadas e como se detectou que algumas delas não foram atendidas, foi necessário recorrer à transformação dos dados. O valor utilizado na transformação foi sugerido pelo procedimento de BOX & COX (1964).

A análise estatística foi realizada considerando a estrutura fatorial 3 x 2 x 2, em que foram combinadas: as três espécies aromáticas [coentro (E_0), endro (E_1) e erva-doce (E_2)], as duas fases de vida do inseto [larva (F_0) e adulto (F_1)] e o tempo de exposição às flores [24 (F_0) e 48 horas (F_1)], em cinco repetições, ou seja, cada gaiola sendo uma parcela do experimento, trabalhando assim com as médias dos adultos/larvas das joaninhas de cada gaiola. Os dados então foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o pacote estatístico R, versão 2.15.0 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Morfológica dos Grãos de Pólen das Apiaceae

Não foi possível diferenciar morfológicamente os grãos de pólen das três espécies de Apiaceae (Figura 5), pois tanto a forma, ornamentação, quanto o comprimento da abertura foram semelhantes.



Figura 5. Fotomicrografia de grãos de pólen de Apiaceae: (A) vista polar e (B) vista equatorial do grão de pólen de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.); (C) vista equatorial e (D) superfície do grão de pólen de coentro (*Coriandrum sativum* L.); (E) vista polar e (F) vista equatorial do grão de pólen de endro (*Anethum graveolens* L.). Escala 5 μ m.

De acordo com os termos definidos por Erdtman (1960), Barth & Melhem (1988) e Punt et al. (2007), os grãos de pólen foram classificados como mônades, isopolares, prolatos (32,5x12,5 μ m), âmbito triangular, 3-colporados, sexina com ornamentação microrreticulada.

A semelhança dos grãos de pólen das três espécies de Apiaceae selecionadas impossibilitou a oferta de suas flores simultaneamente, e assim sendo, as mesmas foram ofertadas individualmente às larvas de quarto instar e adultos de *C. maculata* para detectar possíveis diferenças na quantidade consumida de grãos de pólen entre essas aromáticas por esses indivíduos. Essa semelhança também dificulta trabalhos como o feito por Medeiros et al. (2010), que recuperaram grãos de pólen de joaninhas coletadas em campo, devido a dificuldade em diferenciá-los morfológicamente, tornando difícil a tarefa de classificá-los até o nível específico. Nesse sentido, a oferta de flores de diferentes espécies botânicas, como provedoras de grãos de pólen em laboratório constitui-se numa das soluções para confirmar a ingestão dos grãos de pólen de tais espécies pelos insetos antófilos, ou seja, os visitantes florais, como algumas espécies de joaninhas afidófagas.

3.2 Recuperação dos Grãos de Pólen Ingeridos por Adultos e Larvas de *C. maculata*

Foram encontrados grãos de pólen das três espécies de Apiaceae nas duas fases de vida de *C. maculata* (Tabela 1), sendo que ao menos um indivíduo de cada repetição/gaiola ingeriu o grão. Esse resultado indica que essa espécie de joaninha aceitou o grão de pólen das três espécies como alimento, entretanto, necessita-se de mais estudos para concluir se esse alimento é adequado, ou seja, que lhe garante a sua sobrevivência e reprodução, ou é apenas uma fonte complementar na sua alimentação. Apesar de *C. maculata* ser considerada um inseto predador típico, ou seja, larvas e adultos são carnívoros, as larvas são consideradas ávidas predadoras de pulgões, além de ovos e larvas de lepidópteros e coleópteros; todavia, já há registro do consumo de pólen por larvas dessa joaninha (SMITH, 1961; 1965).

Tabela 1. Número total de grãos de pólen de três espécies de Apiaceae recuperados em adultos e larvas de quarto instar de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores dessas espécies em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Espécie botânica	Adulto		Larva 4º instar		Total
	24h	48h	24h	48h	
Coentro (<i>Coriandrum sativum</i>)	1.062	4.160	2.328	8.016	15.566
Endro (<i>Anethum graveolens</i>)	25.823	1.014	3.134	5.807	35.778
Erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i>)	22	3.826	4.430	10.057	18.335

Considerando todas as avaliações foram recuperados um total de 15.566 grãos de pólen de coentro, 35.778 grãos de pólen de endro e 18.335 grãos de pólen de erva-doce. Esse resultado mostrou números bem superiores em comparação aos encontrados por Medeiros et al. (2010), que recuperaram 46 grãos de pólen de 43 joaninhas da espécie *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, sendo seis grãos de pólen de Apiaceae, mas sem identificar a espécie botânica, e salienta que a maioria dos grãos de pólen encontrados no trato digestório dessa espécie de joaninha pertenceu a Asteraceae (16 grãos de *Aspilia* Thou.). Entretanto, os indivíduos analisados por esses autores foram coletados em campo, e uma das características dos coccinelídeos é a polifagia, tendo os grãos de pólen como alimentos alternativos e/ou complementares, (SMITH, 1960; 1961; 1965; 1966; HOFFMANN & FORDSHAM, 1993; IPERTI, 1999). Ademais, certas espécies de *Hippodamia* só apresentam ovogênese normal quando sua presa preferencial está disponível, necessitando consumir pulgões para estimular a produção de ovos (HAGEN, 1962; HODEK, 1973; HAGEN, 1987; IPERTI, 1999). Esses fatos podem explicar, pelo menos em parte, a maior quantidade de grãos recuperados no presente estudo conduzidos em condições de confinamento em laboratório.

Poucos são os trabalhos sobre ingestão de pólen por joaninhas predadoras, o que impossibilita maiores discussões comparativas. Todavia, em comparação aos resultados encontrados por Medeiros et al. (2010), concluímos que na ausência da presa preferencial o consumo de pólen é intensificado. Por outro lado, esses autores encontraram grande quantidade de pólen no trato digestório de adultos de *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae): 11.336 grãos em 53 indivíduos coletados em campo, sendo a maioria da família Poaceae (98,4%). Entretanto, essa espécie não é predadora na fase adulta, ao contrário, é polinívora e nectarívora, o que justifica a grande quantidade de pólen recuperado.

Além disso, de acordo com Patt et al. (1997a), a morfologia das flores de endro e coentro, que apresenta os estames expostos acima das pétalas, é compatível com a morfologia da cabeça de *C. maculata*, possibilitando acessar prontamente o pólen, bem como os nectários florais.

Quanto à dependência dos fatores analisados no presente estudo, pela análise de variância, verificou-se pelo teste F, que a interação entre espécies de plantas avaliadas (E) x tempo de exposição (T) x fase de desenvolvimento (F) do inseto foi significativa ($P < 0,01$), indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para os dados transformados referentes à ingestão de pólen de três espécies de Apiaceae por duas fases de desenvolvimento de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores dessas espécies em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

FV	GL	SQ	QM	F	Prob > F
Espécie (E)	2	2,44	1,22	6,71	0,003**
Tempo (T)	1	1,06	1,06	5,82	0,019*
Fase (F)	1	0,70	0,70	3,83	0,056*
E x T	2	2,58	1,29	7,07	0,002**
E x F	2	2,19	1,09	5,99	0,005**
T x F	1	0,26	0,26	1,42	0,239
E x T x F	2	2,61	1,36	7,16	0,002**
Resíduo	48	8,75	0,18	-	-
Total	59	20,59	7,16	-	-

E = Espécies de Apiaceae avaliadas: *Coriandrum sativum*, *Anethum graveolens* e *Foeniculum vulgare*; T = Tempo de exposição dos adultos e larvas às flores dessas Apiaceae; F = Fase de desenvolvimento de *C. maculata* (larva de 4^o instar e adulto); ** = Significativo a 1%; * = Significativo a 5%.

Dessa maneira, para melhor interpretação dos dados, foi necessário realizar o desdobramento da interação e analisarmos os dados em duas tabelas (Tabelas 3 e 4).

Primeiramente, para estudar as diferentes espécies de Apiaceae (E) dentro da combinação fases de vida de *C. maculata* (F) e tempo exposição às flores dessas espécies (T), foi necessário realizar o estudo de desdobramento que resultou nas informações contidas na tabela 3. Na mesma tabela também foi realizada o estudo do desdobramento para estudar o comportamento das fases de vida de *C. maculata* (F) dentro da combinação espécies de Apiaceae (E) e tempo de exposição às suas flores (T).

Tabela 3. Número médio de grãos de pólen de três espécies ingeridos durante a fase adulta e larval de *Coleomegilla maculata* em dois tempos de exposição às flores em condições de laboratório ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Tempo (horas)	Fase	Espécie botânica ¹		
		Endro	Erva-doce	Coentro
24	Larva	125,36 bA	177,2 aA	93,12 aA
	Adulto	1032,92 aA	0,88 bB	42,48 aB
48	Larva	232,28 bA	402,28 aA	320,64 aA
	Adulto	66,16 bA	153,04 aA	116,4 aA
CV (%)		21,91		

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas ou mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em comparação as três espécies de plantas, houve diferença significativa no consumo quando ofertadas a adultos de *C. maculata* por 24 horas em relação às espécies de plantas, ou seja, o número médio de grãos de pólen de endro ingeridos pelos adultos desse coccinelídeo neste tempo foi significativamente superior em relação à quantidade de grãos de pólen de coentro e erva-doce. Por outro lado, com as mesmas 24 horas de exposição, as larvas de quarto instar de *C. maculata* não apresentaram diferença no consumo de grãos de pólen dessas três espécies de Apiaceae. Entretanto, não houve diferença significativa na ingestão tanto para larvas quanto para adultos, em 48 horas de exposição.

Esse resultado provavelmente ocorreu devido à falta de grãos de pólen disponíveis, visto que os adultos das gaiolas de 48 horas, possivelmente também consumiram grande quantidade de pólen nas primeiras 24 horas, e no dia seguinte, não havia mais tantos grãos de pólen de endro disponíveis a serem consumidos.

Esse maior consumo de grãos de pólen de endro pode ser justificado pela qualidade do alimento. Alguns autores notificaram que o trato digestório das espécies de coccinelídeos é proporcional ao tipo de alimentação. Por exemplo, as joaninhas fitófagas possuem trato digestório de maior comprimento em comparação as joaninhas predadoras, porque a quantidade de alimento que os herbívoros precisam consumir é bem maior que a dos predadores para suprir a demanda nutricional (PRADHAM, 1936, 1939; DIXON, 2005; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Dessa maneira, alimentos de baixa qualidade podem ser ingeridos em maior quantidade em comparação a alimentos de alta qualidade.

Por outro lado, a preferência dos adultos por pólen de endro, como resultado da maior quantidade de grãos de pólen recuperados, pode ser resultado de uma maior aceitação dos mesmos como alimento. Todavia, são necessários análises e experimentos complementares para avaliar sua adequabilidade desses grãos de pólen como alimento “essencial”, que permite seu desenvolvimento completo, ou “alternativo”, que apenas prolonga a sua sobrevivência, para *C. maculata*, conforme salientado por vários autores (SMITH, 1960, 1961; 1965; 1966; IPERTI et al. 1972; IPERTI & TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1996), como por exemplo, determinar o teor de proteína desses grãos de pólen, como avaliar se há efeito dos mesmos sobre a biologia desse inseto. Entretanto, devido à dificuldade em isolar os grãos de pólen das flores não foi possível averiguar o teor de proteína. Contudo, os dados sobre a biologia de *C. maculata* alimentada com diferentes dietas, incluindo grãos de pólen de endro e coentro, foram estudados no capítulo II.

É importante salientar que apenas analisar o teor da proteína não resulta em resultados conclusivos, já que no experimento, assim como em campo, os insetos tem oferta de flores e não apenas do pólen isolado. Nesse sentido, as diferenças no consumo de grãos de pólen podem estar relacionadas à qualidade do recurso floral, isto é, ao teor de proteína dos grãos de pólen e às proporções de açúcares (sacarose/glicose+frutose e glicose/frutos) do néctar floral, os quais podem também influenciar o comportamento de forrageamento dos insetos entomófagos (VATALLA et al., 2006), visto que as Apiaceae, incluindo as espécies estudadas, são possuidoras de nectários florais. Isso nos leva a crer que o estudo do efeito da alimentação dessas flores na biologia desse predador seja mais significativo.

Observou-se também na tabela 3 que não houve diferença estatística no consumo de pólen entre adultos e larvas de *C. maculata* com 48 horas de exposição. Ao passo que em 24 horas de oferta de flores, adultos dessa joaninha consumiram mais grãos de pólen de endro que as suas larvas e quarto instar. Quando o alimento em oferta foi flores de erva-doce, as larvas consumiram mais pólen do que os adultos no mesmo período de exposição. Já o coentro não apresentou diferença significativa nas quantidades médias de grãos de polens consumidos entre larvas e adultos nos dois tempos de exposição.

Em relação à oferta de flores de erva-doce pode-se perceber que o que ocorreu não foi um grande consumo de grãos de polens das larvas de quarto instar e sim um baixo consumo por parte dos adultos em 24 de exposição. Alguns autores citam que as flores de erva-doce possuem nectários florais expostos, o que pode indicar uma maior dificuldade de acesso ao pólen, devido à morfologia das flores dessa espécie (PATT et al., 1997a;b). Dessa maneira, pressupõe-se que adultos de *C. maculata* num primeiro momento se alimentam preferencialmente do néctar desses nectários florais de erva-doce e, por consequência, ingeriram pouca quantidade de grãos de pólen dessa espécie.

Já sobre a oferta de flores de endro podemos concluir que a diferença de ingestão de grãos de pólen entre adultos e larvas de *C. maculata* (tabela 3) se deu pelo grande consumo por parte dos adultos e não pelo baixo consumo das larvas de quarto instar, principalmente porque há a possibilidade das fêmeas terem uma maior demanda nutricional para realizar a oviposição. Wratten et al. (1995) relataram que fêmeas do predador *Melangyna novaezelandiae* (Diptera: Syrphidae) consomem uma maior quantidade de grãos de pólen que machos, ao passo que Irvin et al. (1999) justificam que os grãos de pólen são importantes para a maturação dos ovos desses insetos.

Entretanto, pela dificuldade de identificação dos sexos (FLANDERS, 1936; GORDON, 1978) não foi possível determinar a razão sexual antes de serem ofertadas as flores de Apiaceae, e essa diferença entre o consumo de um indivíduo para outro impossibilita a realização de testes estatísticos. Ademais, como salientado anteriormente, a semelhança entre os polens não permitiu a oferta simultânea para testar uma possível preferência. Dessa maneira aconselha-se para futuros testes, quando for possível a diferenciação sexual e ofertar separadamente as flores para machos e fêmeas.

Para estudar o tempo de exposição das flores dentro da combinação espécies aromáticas (E) e fases de vida *C. maculata* (F), foi necessário realizar o estudo de desdobramento que resultou nas informações contidas na tabela 4. Constatou-se por meio do desdobramento que não houve diferença significativa no consumo dos grãos de pólen entre as três espécies de Apiaceae pelas larvas de quarto instar, nos dois tempos de exposição; diferença que foi encontrada entre os adultos. O consumo de grãos de pólen de endro pelos adultos de *C. maculata* foi significativamente maior em 24 h do que em 48 h, ocorrendo o contrário com o consumo de grãos de pólen de coentro e erva-doce.

Tabela 4. Número de grãos de pólen em dois tempos de exposição diante da interação de três espécies de Apiaceae e fase adulta (F₁) de *Coleomegilla maculata* em condições de laboratório (25±1°C, 70±10% UR e fotofase de 12 horas).

Tempo	Espécie de Apiaceae ¹		
	Endro	Coentro	Erva-doce
24 horas	1032,92 a	42,48 b	0,88 b
48 horas	75,16 b	164,45 a	153,04 a
CV (%)		21,91	

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados sugeram que, na ausência de outro alimento, os adultos de *C. maculata* tendem a continuar e aumentar o consumo de grãos de pólen de coentro e erva-doce. De certa maneira, num primeiro momento poderíamos crer que houve uma rejeição a longo prazo, por inadequabilidade ou toxicidade dos grãos de pólen de endro como alimento para adultos, mas a hipótese mais provável é a que já foi discutida anteriormente, isto é, em 24 horas os adultos de *C. maculata* consumiram um número tão elevado de pólen de endro que não havia mais tantos grãos a serem consumidos nas 24 horas seguintes, o que também pode justificar a razão pela qual o consumo de grãos de pólen de endro em 48 horas de oferta não repetiu as médias altas. Entretanto, a análise do efeito da oferta de flores na biologia dessa joaninha esclarece esse questionamento, a ser discutido no capítulo II.

O uso de plantas em agroecossistemas como fonte de recursos vitais para os inimigos naturais tem sido crescente, principalmente em sistemas de produção orgânica, entretanto pouco tem se estudado sobre a sua atratividade e efeito na biologia desses insetos (AMBROSINO et al., 2006). Outro aspecto a considerar é também conciliar o período crítico da cultura à praga, isto é, a fase de maior dano do inseto praga com o período de florescimento das plantas atrativas para os inimigos naturais do mesmo.

Apesar de diferentes espécies de agentes de controle biológico possuir diferentes necessidades nutricionais, a comprovação da ingestão do pólen de três espécies de plantas por um importante predador, é um grande avanço que favorece futuras pesquisas e implementação de estratégias que garantam o manejo ecológico do meio ambiente. Como exemplo, pode-se citar o cultivo de plantas atrativas aos inimigos naturais nos agroecossistemas, que não necessariamente serão destinadas a produção de alimentos, fibra ou energia, mas que possibilitem a conservação desses organismos benéficos que auxiliam os produtores rurais no controle das pragas.

4 CONCLUSÕES

- Os adultos e as larvas de quarto instar de *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) são capazes de acessar e ingerir os grãos de pólen das flores das três espécies da família Apiaceae: *Coriandrum sativum* L. (coentro), *Anethum graveolens* L. (endro) e *Foeniculum vulgare* Mill. (erva-doce), em condições de laboratório.
- Há um maior consumo de grãos de pólen de endro por adultos de *C. maculata* em comparação ao consumo de grãos de pólen de coentro e erva-doce nas primeiras 24 horas, quando ofertados separadamente e sem nenhuma outra opção de alimento.
- Quando o alimento ofertado é grão de pólen de endro, há um maior consumo desses grãos de pólen pelos adultos de *C. maculata* do que por suas larvas de quarto instar. Por outro lado, quando o alimento em questão é grão de pólen de erva-doce, as larvas de quarto instar consomem maior quantidade desse pólen do que os adultos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. **Coleópteros predadores (Coccinellidae)**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds.). Bioecologia e nutrição de insetos; base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 931-968.
- AMARAL, D. S. S. L. PEREZ, A. L.; OLIVEIRA, J. M.; TOGNI, P. H. B; VENZON, M.; PALLINI, A. Atração de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) a voláteis constitutivos de coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiceae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Sociedade Entomológica do Brasil, 2011. CD-Rom.
- AMBROSINO, M.D., LUNA, J. M.; JEPSON, P. C. WRATTEN, S. D. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects and herbivores. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 35, n. 2, p. 394-400. 2006.
- AQUARIOLAND. Disponível em: <<http://aquarioland2000.tripod.com/drosophila.htm>> Acesso em: 20 maio 2012.
- BARBOSA, F. S.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; ARRUDA, L. N.; SANTOS, C. L. R.; PEREIRA, M. B. Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.
- BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998. 396 p.
- BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. **Glossário ilustrado de palinologia**. Campinas: Ed. UNICAMP, 1988. 75 p.
- BAUERMAN, S. G.; NEVES, P. C. P. Métodos de estudos em palinologia do quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle XI**, Canoas, v. 2, n.1, p. 99-107, 2005.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 26, n. 2, p. 42-56, 1964.
- DIXON, A. F. G. **Insect predator – prey dynamics. ladybird beetles & biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 257 p.
- ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms**. New York: Almqvist and Wiksell, 1960. 553 p.
- FLANDERS, S. E. *Coccidophilus citricola* Brèthes, a predator enemy of red and purple scales. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 29, n.5, p.1023-1024, 1936.
- GORDON, R. D. West Indian Coccinellidae II (Coleoptera): some scale predators with key to genera and species. **The Coleopterists Bulletin**, v.32, n.3, p.205-218, 1978.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos, um resumo de Entomologia**. [Tradução de Sônia Maria Marques Hoenen]. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; CARNEIRO, R. G., MILANE, P. V. G. N.; PIRES, C. S. S.; LAUMANN, R. A.; MERCARINI, L. G.; SUJII, E. R. Comunidade de inimigos naturais e controle biológico conservativo em produção de hortaliças em diferentes fases de transição agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 1552-1555, 2009.

HAGEN, K. S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, 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.

HAGEN, K. S.; VAN DEN BOSCH, R. Impact pathogens, parasites, and predators on aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 13, p. 325-384, 1968.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: W. Junk, 1973. 260 p.

HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 12, p. 76-104, 1967.

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

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

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

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

IRVIN, N. A.; WRATTEN, S. D.; FRAMPTON, C. M. BOWIE, M. H; EVANS, A. M.; MOART, N. T. The phenology and pollen feeding of three hover fly (Diptera: Syrphidae) species in Caterbury, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 26, n. 2, p. 105-115, 1999.

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)**. 116 f. 1996. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIXA, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) Usando Plantas Aromáticas como Sítio de Sobrevivência e Reprodução em Sistema Agroecológico, e Aspectos Biológicos em Condições de Laboratório.** 77 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M. T. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 354-359, 2010.

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

MEDEIROS, M. A. **Papel da Biodiversidade no manejo da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae).** 145 p. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

MEDEIROS, M. A.; RIBEIRO, P. A.; MORAIS, H. C.; CASTELO BRANCO, M.; SUJII, E. R.; SALGADO-LABORIAU, M. L. Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 2, p. 293-300, 2010.

MELHEM, T. S.; CRUZ-BARROS, M. A. V.; CORRÊA, A. M. S.; MAKINO-WATANABE, H.; SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V. L. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo**, São Paulo, n. 16, p. 1-104, 2003.

MICHAUD, J. P.; JYOTI, J. L. Dietary complementation across life stages in the polyphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 126, n. 1, p. 40-45, 2008.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Sistema integrado de produção agroecológica ou Fazendinha Agroecológica km 47. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 147-172.

PRADHAM, S. The alimentary canal of *Epilachna indica* (Coccinellidae, Coleoptera) with a discussion on the activity of the mid-gut epithelium. **Journal of the Royal Asiatic Society of Bengal Science**, Calcutta, v. 2, p. 127-156, 1936.

PRADHAM, S. The alimentary canal and pro-epithelial regeneration in *Coccinella septempunctata* with a comparison of carnivorous and herbivorous coccinellids. **The Quarterly Journal of Microscopical Science**, London, v. 81, p. 451-478, 1939.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 83, p. 21-30, 1997b.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997a.

PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S.; LETHOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Paleobotany and Palynology**, v. 143, p. 1-81, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R **Foundation for Statistical Computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 5 jul. 2012.

RAMALHO, M. Analisando o grão de pólen. WEBBEE – uma rede de informações sobre diversidade brasileira em abelhas. Disponível em <<http://www.webbee.org.br/pesquisa/palinologia.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2012.

RESENDE, A. L. S. **Comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) e aspectos fitotécnicos da couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) em consórcio com coentro (*Coriandrum sativum*), sob manejo orgânico**. 85 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

RIBEIRO, P. A. **Ecologia do Bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) no cerrado do Brasil central**. 130 p. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

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**, Toronto, 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). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, 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**, Toronto, v. 91, p. 270-271, 1961.

WEBER, D. C.; LUNDGREN, J. G. Effect of prior diet on consumption and digestion of prey and non-prey food by adults of the generalist predator *Coleomegilla maculate*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 140, p. 146–152, 2011.

WRATTEN, S. D.; WHITE, A. J.; BOWIE, M. H.; BERRY, N. A.; WEIGMANN, U.
Phenology and ecology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in New Zealand. **Environmental
Entomology**, v. 24, n. 3, p. 595-600. 1995.

CAPÍTULO II

**ADEQUABILIDADE DO PÓLEN DE DUAS ESPÉCIES DE APIACEAE E OUTRAS
DIETAS ARTIFICIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE
Coleomegilla maculata (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO**

RESUMO

As joaninhas predadoras (Coleoptera: Coccinellidae) desempenham um papel significativo no controle biológico de insetos e ácaros fitófagos nos agroecossistemas. Muitas espécies de joaninhas predadoras, como a *Coleomegilla maculata* DeGeer, possuem uma faixa ampla de aceitação de presas naturais, além de poderem complementar sua alimentação com outros alimentos alternativos, seja em condições naturais, como os recursos florais, particularmente pólen e néctar, ou em condições artificiais, em criação de laboratório, com o uso de presas alternativas, a exemplo dos ovos da traça-das-farinhas, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Todavia, nem todo alimento é essencial ou adequado, ou seja, assegura o desenvolvimento normal e a reprodução das espécies de joaninhas. Dessa maneira, é necessário o estabelecimento de experimentos que avaliem parâmetros biológicos para que se comprove a adequabilidade do recurso alimentar. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de nove diferentes dietas [larvas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae), flores de coentro (*Coriandrum sativum* L.), flores de endro (*Anethum graveolens* L.), mel, água, ovos precongelados de *A. kuehniella*, e esses mesmos ovos acrescidos dos seguintes alimentos: solução aquosa de mel a 5%, flores de coentro e flores de endro] sobre os parâmetros biológicos e reprodutivos de *C. maculata* em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). A oferta apenas de flores de coentro, endro, mel e água não possibilitaram o desenvolvimento completo de indivíduos de *C. maculata*, enquanto todas as outras dietas se mostraram como um alimento viável ao predador, possibilitando o seu desenvolvimento completo e reprodução. Entretanto, a oferta de flores das Apiaceae, assim como mel, permitiu um maior tempo de vida tanto para larvas quanto para adultos, na ausência de uma presa essencial, porém não possibilita a oviposição. A oferta de ovos congelados de *A. kuehniella* apresenta melhores resultados quando complementados com mel, flores de endro ou coentro. Esses alimentos alternativos possibilitam a redução do período larval, aumento no número de ovos por postura e aumento do peso corpóreo. A dieta com larvas de *D. melanogaster* também resultou em adultos de maior peso corpóreo e um aumento no número de ovos por postura em comparação a alimentação com ovos de *A. kuehniella*. Podemos, então, concluir que a complementação da alimentação de indivíduos de *C. maculata* com fontes alternativas de alimento, como flores de coentro e endro, favorece o seu desenvolvimento e reprodução.

Palavras-chave: Joaninha afidófaga, parâmetros biológicos, fonte de alimento, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum*.

ABSTRACT

The predator ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) play important role in the biological control of phytofagous insects and mites in the agroecosystems. Many species of predator ladybeetles, such as *Coleomegilla maculata* DeGeer, has a wide range of acceptance of natural preys, as well they may complement their feeding with other alternative foods, in the natural conditions, such as floral resources, manly pollen and nectar, or in artificial conditions, in laboratory rearing, using alternative preys, as example of the eggs of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). However, neither all food is essential or adequate, that is, that guaranties the normal development and the reproduction of the ladybeetles species. In this way, it is necessary the establishment of experiments that evaluate biological parameters in order to prove the suitability of the food resource. In this context, the objective of this work was evaluated the effect of nine different diets [larvae of *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae), flowers of coriander (*Coriandrum sativum* L.), flowers of dill (*Anethum graveolens* L.), honey, water, previous frozen eggs of *A. kuehniella*, e these same eggs plus the following foods: aqueous solution of honey at 5%, flowers of coriander, and flowers of dill] on the biological and reproductive parameters of *C. maculate* under laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, and fotophase of 12 hours). The provision of only flowers of coriander, dill, honey and water did not allow the complete development of the individuals of *C. maculata*, while all the others diets showed as a viable food to the predator, allowing its complete development and reproduction. However, the provision of flowers of the Apiaceae, as well as honey, allowed a longer life time to the larvae and the adults, in the absence of a essential prey, but they did not allowed the oviposition. The provision of frozen eggs of *A. kuehniella* showed the best results when they were completed with honey, flowers of dill or coriander. These alternative foods allowed the decreased of larval period, increased the number of eggs per cluster, and increased the body weight. The diet with larvae of *D. melanogaster* also resulted in adults with higher body weight and increased the number of eggs per cluster in comparison to the feeding with eggs of *A. kuehniella*. Then, we may conclude the complementation of the feeding of individuals of *C. maculata* with alternatives foods, such as flowers of coriander and dill, favors its normal development and reproduction.

Key Words: Aphidophagous ladybeetle, biological parameters, food resource, *Anethum graveolens*, *Coriandrum sativum*.

1 INTRODUÇÃO

As joaninhas predadoras desempenham um papel significativo no controle biológico de ácaros fitófagos e de insetos fitófagos, como pulgões, psílídeos, cochonilhas, moscas branca, ovos e larvas de lepidópteros e de coleópteros nos agroecossistemas. Muitas espécies de joaninhas predadoras, como a *Coleomegilla maculata* DeGeer, possuem uma faixa ampla de aceitação de presas naturais, além de poderem complementar sua alimentação com outros alimentos alternativos. Em condições naturais, os recursos florais são muito utilizados, particularmente pólen e néctar, enquanto em condições artificiais presentes em criação em laboratório, é comum uso de presas alternativas, a exemplo dos ovos da traça-das-farinhas, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sozinhas e/ou com 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 & JYOTI, 2008). De acordo com Hodek (1987), poucas espécies de coccinélídeos afidófagos podem produzir ovos quando alimentadas com dietas artificiais sem pulgão, com exceção, por exemplo, de *C. maculata*, *Eriopsis connexa* Gemar, *Olla v-nigrum* (Mulsant) e *Harmonia axiridis* (Pallas).

Quando o alimento assegura o desenvolvimento larval e formação de pupas e adultos normais, além de assegurar a oviposição, é chamado alimento “essencial”. O termo alimento “alternativo” é usado para aqueles que prolongam a sobrevivência, por ser uma fonte de energia. Entretanto, a simples aceitabilidade de um alimento não deve ser confundida com alimento apropriado ou adequado. Dessa maneira, é necessário o estabelecimento de experimentos que avaliem parâmetros biológicos para que se comprove a viabilidade do recurso alimentar (IPERTI et al., 1972; IPERTI & TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1973; HODEK & HONEK, 1996).

A proteína está entre os principais componentes nutricionais da dieta dos Coccinellidae, sendo essencial para o seu desenvolvimento e maturação sexual (SMITH, 1960; 1961; 1965; 1966). O pólen é uma importante fonte de proteína, todavia, em certas espécies botânicas pode não ser adequado para o desenvolvimento de algumas espécies de joaninhas e, por vezes, podem ser tóxicos (HAGEN, 1962). Por exemplo, Smith (1960) observou que larvas de *C. maculata* não se desenvolveram além do segundo instar quando se alimentaram de pólen de *Pinus resinosa* Ait. e, portanto, não sendo uma dieta adequada para essa espécie. Contudo, esse autor observou ainda que os adultos que produziram ovos férteis foram originários de larvas que se alimentaram de pólen de outras espécies botânicas, incluindo pólen de milho (*Zea mays* L., Poaceae). Esse autor concluiu que possivelmente o conteúdo de proteína no pólen de *Pinus* é inadequado para o desenvolvimento normal das larvas de *C. maculata*, citando que Nielsen et al. (1955) encontraram que o pólen de *Pinus montana* Mill. contém somente 13% de proteína, enquanto que o pólen de outras espécies vegetais, incluindo o do milho, contém ao redor de 25% de proteína.

Dessa maneira, o objetivo desse trabalho foi determinar a adequabilidade de nove dietas para o desenvolvimento, reprodução e sobrevivência de *C. maculata*, incluindo grãos de pólen de duas espécies de Apiaceae por meio da avaliação dos efeitos dessas dietas na biologia desse predador.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedência de *Coleomegilla maculata*

Os indivíduos de *C. maculata* usados nos experimentos foram obtidos a partir das matrizes que compõem a criação artificial dessa espécie estabelecida no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) desde 2008, sendo as larvas e os adultos alimentados *ad libitum* com duas dietas não naturais: ovos inviabilizados da traça-das-farinhas [*Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (presa artificial)] e larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) mais água, conforme descrito no item 2.1 do Capítulo I.

2.2 Obtenção da Geração F₁ Experimental de *Coleomegilla maculata*

Os experimentos foram conduzidos com adultos da primeira geração (adultos F₁) de *C. maculata* obtidos a partir da criação artificial do CIMP. Diariamente, as matrizes dessa eram vistoriadas para detectar a presença de ovos, que geralmente as fêmeas depositavam nas tampas e paredes dos potes de criação. Quando presentes, os adultos foram retirados dos potes ao invés da remoção das massas de ovos (posturas), devido à fragilidade dos mesmos, objetivando dessa maneira diminuir a mortalidade larval (MACHADO, 1982). Pelo mesmo motivo, somente após o segundo dia a partir da observação da eclosão das larvas era realizado a individualização das mesmas para frascos de vidro de 20 ml, conforme proposto por Machado (1982). Esses frascos eram tampados com rolha de algodão hidrófilo e mantidos em câmaras climatizadas, com condições ambientais controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas). Esse procedimento foi mantido até obter um total de 100 larvas para cada tratamento para iniciar os experimentos.

Para evitar o condicionamento alimentar pré-imaginal durante a condução do experimento, as larvas provenientes dos ovos das matrizes foram alimentadas *ad libitum* exclusivamente com o alimento referente ao tratamento (dieta) a serem submetidas até que chegassem à fase adulta, obtendo-se, assim, os adultos da primeira geração (F₁) referente a cada tratamento. Os adultos das joaninhas da geração F₁ para cada tratamento foram acondicionados em potes plásticos transparente de 1 L com tampa perfurada, na proporção de 10 adultos por pote (existindo pelo menos um macho) e a partir deles se iniciaram as avaliações.

Pela dificuldade de determinação dos sexos (FLANDERS, 1936; GORDON, 1978), em cada tratamento foram observados diariamente para verificar a presença de casais em cópula. Quando o acasalamento não era observado num período de 24 horas, eram realizadas trocas de indivíduos entre os potes para garantir a presença de pelo menos um macho por pote.

2.3 Dietas Testadas para *Coleomegilla maculata*

Um total de nove dietas foi testado para avaliar o efeito na biologia de *C. maculata*, sendo também ofertado simultaneamente água em algodão hidrófilo contido em tampa de refrigerante de garrafa PET.

Algumas dietas são sabidamente viáveis porque são alimentos que permitem o desenvolvimento completo e normal e a reprodução do inseto. Porém, mesmo com a probabilidade de que nem todas as dietas testadas permitissem o desenvolvimento completo e

a reprodução de *C. maculata*, foi importante testá-las para aferir quais são, de fato, inviáveis, ou encontrar alimentos que apesar de não permitir o seu desenvolvimento completo normal, garanta a sua sobrevivência.

A primeira dieta foi composta apenas de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados com luz ultravioleta, que se constitui numa presa artificial (fonte de proteína animal). Essa dieta foi usada como testemunha das dietas viáveis (LIXA, 2008; MICHAUD & JYOTI, 2008).

A segunda dieta referiu-se apenas a água filtrada, que provavelmente não completaria o ciclo de vida do inseto, mas foi usada para aferir o tempo de vida de *C. maculata* nessas condições, portanto, essa dieta foi usada como testemunha das dietas inviáveis.

A terceira dieta foi composta por ovos de *A. kuehniella* e mais uma solução aquosa de mel a 5%, ofertada em algodão hidrófilo contido em tampa de refrigerante de garrafa PET. Alguns autores relatam a alimentação de joaninhas em néctar floral ou extraflorais como fonte de carboidrato como forma de suprir as necessidades energéticas (HAGEN, 1962; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Foi usado mel de abelha europeia da florada de eucalipto como um substituto do néctar. Dessa forma, essa dieta apresenta potencial como uma dieta viável.

A quarta dieta foi constituída de solução aquosa de mel a 5%, ofertada da mesma maneira que a terceira dieta e de mesma procedência, visando avaliar o efeito dessa fonte de carboidrato na ausência de uma fonte proteica e, portanto, com grandes chances de constituir-se numa dieta inviável.

A quinta dieta consistiu apenas de larvas vivas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera, Brachycera: Drosophilidae) como uma fonte proteica animal. Essas larvas foram obtidas da criação mantida em sala climatizada do CIMP com auxílio de aparelho de ar condicionado e humidificador ($25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR) e temporizador (fotofase de 12 horas), sendo alimentadas *ad libitum* com dieta artificial descrita no item 2.1 do Capítulo I. Apesar das larvas de *D. melanogaster* serem usadas como alimento na criação das matrizes de adultos de *C. maculata* do CIMP, não há nenhum relato na literatura como fonte de alimento para joaninhas predadoras e sua influência na biologia das mesmas. Almeida & Ribeiro-Costa (2009) citam apenas que os coccinelídeos se alimentam de pequenos Diptera da subordem Nematocera.

A sexta dieta consistiu-se de ovos de *A. kuehniella* e flores de coentro (*Coriandrum sativum* L., Apiaceae), tendo os seus grãos de pólen como fonte de proteína vegetal, cuja ingestão dos mesmos por adultos e larvas de *C. maculata* foi confirmada no capítulo I.

A sétima dieta referiu-se à oferta apenas de flores de coentro, objetivando averiguar se o pólen dessa espécie é um alimento adequado que suprir todas as necessidades nutricionais para que a *C. maculata* complete seu ciclo e garanta seu potencial reprodutivo.

A oitava e nona dietas foram formadas por ovos de *A. kuehniella* junto com flores de endro (*Anethum graveolens* L., Apiaceae) e apenas flores de endro, respectivamente, com o mesmo objetivo em que foram ofertadas as flores de coentro. Todavia, não há nenhum relato na literatura dos grãos de pólen de coentro e endro como alimento “essencial” ou “alternativo” para joaninhas predadoras (IPERTI et al., 1972; IPERTI & TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1996).

As flores foram obtidas da mesma maneira descrita nos itens 2.2 e 2.3 do Capítulo I. Embora o pólen das flores de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) tenham sido ingeridos por *C. maculata* (capítulo I), houve grande perda de mudas ocasionada por fatores ambientais no período do pré-plantio no segundo experimento, o que não permitiu incluir essa espécie nos estudos, tendo em vista que o ciclo de desenvolvimento da erva-doce é mais demorado que das demais Apiaceae testadas.

Das nove dietas testadas, cinco foram então consideradas como viáveis e quatro como inviáveis.

2.4 Descrição dos Experimentos de Laboratório

Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de temperatura (25 ± 1 °C), umidade relativa do ar ($70 \pm 10\%$) e fotofase de 12 horas em sala climatizada com auxílio de aparelho de ar condicionado e temporizador, no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP), do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF), no *campus* de Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no período de dezembro de 2011 a julho de 2012.

Apesar de ofertarmos nove dietas, nem todas permitiram o desenvolvimento completo de *C. maculata*. Dessa forma, as dietas viáveis foram analisadas separadamente das dietas inviáveis.

Para avaliar o efeito das dietas viáveis sobre diferentes fases de desenvolvimento de *C. maculata*, ou seja, ovos, larvas, pré-pupas, pupas e adultos, das 100 larvas obtidas dos ovos da matriz, 80 adultos resultantes foram acondicionados em potes de plástico transparente (1L) com pequenos furos nas tampas, na proporção de 10 adultos por pote. A partir desse momento o efeito das dietas viáveis sobre parâmetros reprodutivos (item 2.5.1) de *C. maculata* referente a cada tratamento foi avaliado. Novas 100 larvas foram obtidas dos grupos de adultos de cada dieta e foram realizadas observações diárias (a cada 24 horas), no mesmo horário, para obter outros parâmetros biológicos de *C. maculata* referentes às dietas viáveis (conforme descritos nos itens 2.5.2, 2.5.3 e 2.5.4). Para as dietas inviáveis, os parâmetros biológicos avaliados estão descritos no item 2.6.

Os alimentos foram repostos e/ou trocados diariamente. No caso dos tratamentos com flores, essas foram ofertadas em buquês, totalizando 30 inflorescências/pote (10 adultos) e uma inflorescência/larva/dia.

2.5 Efeito das Dietas Viáveis

2.5.1 Comportamento reprodutivo

Os adultos acondicionados em potes plásticos foram alimentados *ad libitum* com suas respectivas dietas e água. Após a emergência dos adultos, observações diárias foram realizadas para determinar os seguintes parâmetros reprodutivos:

- a) Período de pré-oviposição: intervalo, em dias, da emergência dos adultos até a observação da primeira postura.
- b) Número de ovos por postura (“massa”).

As três primeiras posturas de cada pote foram contabilizadas, resultando assim em 24 repetições por tratamento nessas duas variáveis.

As posturas obtidas dessas fêmeas F₁ foram separadas da mesma maneira em que se separaram os ovos obtidos das matrizes, descrito no item 2.2 deste capítulo, e assim outros parâmetros biológicos foram avaliados para as demais fases, ou seja, ovo, larva, pré-pupa, pupa e adultos (geração F₂).

2.5.2 Fase de ovo, larva, pré-pupa e pupa

Os ovos de cada tratamento foram observados diariamente a fim de determinar:

a) Período embrionário, que foi definido como o intervalo, em dias, entre a postura e a eclosão das larvas, num total de 100 repetições.

Após a eclosão dos ovos, com o intuito de diminuir o canibalismo e identificar as mudanças de instar, as larvas de primeiro instar, originadas de ovos das fêmeas F₁, foram individualizadas em tubos de vidro de 20 ml tampados com chumaço de algodão, e alimentadas com a dieta correspondente. Diariamente foram realizadas avaliações para a determinação dos parâmetros biológicos descritos abaixo, assim como eram trocada a dieta, mesmo que essa não tivesse sido consumida por completo. Durante essas fases foram avaliados os seguintes parâmetros:

b) Número de instares: obtidos por observação da presença das exúvias;

c) Duração de cada instar: intervalo, em dias, entre cada ecdise (detectada pela presença da exúvia);

d) Duração da fase de pré-pupa: intervalo, em dias, entre a paralisação da alimentação da larva de último instar (quarto instar) até a pupação.

e) Duração da fase de pupa: intervalo, em dias, entre a pupação e a emergência do adulto.

Foram observados 100 indivíduos em cada uma dessas fases, incluindo os instares larvais (larvas de primeiro, segundo, terceiro e quarto instar) para cada dieta viável. Entretanto, o número de repetições em cada fator foi variando de acordo com a mortalidade dos indivíduos.

Em relação à duração da fase pré-pupa e pupa, foram consideradas apenas 80 repetições por tratamento.

2.5.3 Duração do período larval e do ciclo biológico

Apesar de inicialmente serem observadas 100 repetições em cada instar larval, como algumas mortes ocorreram em todos os tratamentos, esses dois parâmetros também foram avaliados com apenas em 80 repetições.

Apesar de quantificarmos a duração em cada fase, com a somatória, as diferenças podem aumentar ou diminuir, dessa maneira foi avaliado os seguintes parâmetros biológicos:

a) Duração da fase larval: intervalo, em dias, da eclosão da larva de primeiro instar até a fase de pré-pupa.

b) Ciclo biológico: intervalo, em dias, entre a primeira postura dos ovos e a emergência dos adultos.

2.5.4 Fase adulta – peso vivo dos adultos

Foram pesados 80 adultos F₂ individualmente em balança semi-analítica digital com capacidade máxima de 200g e resolução de 0,001g, no mesmo dia da emergência e sem a oferta de nenhum alimento (permaneceram em jejum). Como os adultos emergem com os élitros frágeis, claros e sem coloração, para que os adultos fossem pesados esperava-se que seus élitros endurecessem e as asas membranosas dobrassem para se encaixar sob os élitros.

2.6 Efeito das Dietas Inviáveis

No caso das dietas inviáveis, foi determinado o número de dias em que as larvas permaneceram vivas (tempo de sobrevivência das larvas) e o percentual de larvas que conseguiram atingir os instares seguintes, a partir da observação de 100 larvas de 1º instar.

Para avaliar o efeito desses alimentos inviáveis sobre os adultos, 80 adultos foram obtidos com larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* até alcançarem a fase de pupa. A partir da formação dos adultos era apenas ofertado o alimento respectivo ao tratamento, na hipótese de que um alimento que não permitiu o desenvolvimento da larva poderia permitir a sobrevivência dos adultos, portanto, foi determinado o número de dias em que esses adultos permaneceram vivos (tempo de sobrevivência dos adultos).

2.7 Análise Estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos para as dietas viáveis e quatro tratamentos para dietas inviáveis, sendo o número de repetições definido em relação a variável observada, conforme descrito nos itens 2.5 e 2.6.

Os dados referentes aos parâmetros avaliados, com exceção do peso vivo dos adultos, são dados de contagens, que mesmo depois de transformados, não atenderam as pressuposições (normalidade e homocedasticidade de variância) para realização da análise de variância. Contudo, esses dados são característicos da distribuição Poisson, a qual pertence à família exponencial, permitindo assim a abordagem dos Modelos Lineares Generalizados – MLG (NELDER & WENDDERBURN, 1972) em suas análises.

De acordo com Neves (2008), nessa metodologia, ao contrário dos métodos de transformações matemática para normalização dos dados, a natureza da distribuição dos dados é incorporada e a transformação se dá apenas no componente sistemático do modelo, aumentando o poder do teste. A função de ligação utilizada foi a log, para modelos com distribuição Poisson.

Os dados foram submetidos a análise de deviance e as médias comparadas pelo contraste de Tukey com um nível de significância de 5%.

Já em relação ao peso dos adultos, os dados foram submetidos à análise de variância por atenderem as suas pressuposições e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o pacote estatístico R, versão 2.15.0 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito das Dietas Viáveis nos Parâmetros Biológicos de *Coleomegilla maculata*

3.1.1 Período de pré-oviposição e número de ovos por postura

Apenas as seguintes cinco dietas proveram o desenvolvimento completo dos indivíduos de *C. maculata*, classificando-as assim como dietas viáveis: ovos de *A. kuehniella*; larvas de *D. melanogaster*, ovos de *A. kuehniella* + solução aquosa de mel a 5%, ovos de *A. kuehniella* + flor de coentro, ovos de *A. kuehniella* + flor de endro, salientando que em todos os tratamentos houve a oferta de água por meio de um chumaço de algodão umedecido.

As médias aritméticas (na escala de Poisson) referente os parâmetros analisados do comportamento reprodutivo de *C. maculata* após a utilização dessas diferentes dietas, com as respectivas comparações realizadas de acordo com as análises de deviances encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Características do comportamento reprodutivo (n = 24 repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dieta	Período de pré-oviposição ¹ (dias)	Nº médio de ovos/postura ¹
Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (testemunha)	10,67 a	9,08 c
Larvas de <i>Drosophila melanogaster</i>	12,88 a	13,04 ab
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + mel 5%	13,61 a	15,46 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de coentro	11,25 a	12,70 b
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de endro	11,76 a	14,58 ab
CV (%)	32,89	54,35

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo contraste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação ao período de pré-oviposição, sendo assim o acréscimo de mel e flores de coentro e endro nas dietas com ovos de *A. kuehniella* não interferiu nesse parâmetro reprodutivo, bem como a alimentação com larvas de *D. melanogaster*. O período de pré-oviposição das fêmeas de *C. maculata* observado por Kato (1996) foi de 13,5 dias, ao alimentar larvas com ovos de *A. kuehniella*. Os resultados encontrados quando ministrou apenas ovos de *A. kuehniella* (10,67 dias) foram também menores que os encontrados por Lixa et al. (2009), que observou um período de pré-oviposição de *C. maculata* de 17,1 dias, quando se ministrou ovos da mesma mariposa como alimento. Michaud & Joyti (2008), trabalhando com a mesma espécie de joaninha e ovos dessa mariposa, observaram período médio de pre-oviposição maior (16,4 dias) que o encontrado no presente estudo. Essas diferenças pode ser explicada, pelo menos, em parte pela procedência dos ovos de *A. kuehniella*, que no caso de Lixa et al. (2009) usou ovos de outras empresas brasileiras fornecedoras, cuja metodologia de criação pode ter inferido na qualidade dos ovos; todavia, tanto esses autores como Michaud & Joyti (2008) usaram ovos congelados dessa mariposa, como no presente estudo. Segundo Iperti (1999), as fêmeas de coccinelídeos em geral iniciam sua oviposição ao redor de duas semanas depois de emergidas. Entretanto, Santos et al. (2009) também não conseguiram encontrar diferença significativa

nesse parâmetro para *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) quando alimentadas com duas diferentes dietas: ovos de *A. kuehniella* (9,8 dias) e pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) (10,6 dias).

Quanto ao número de ovos por postura de *C. maculata* (tabela 1), a dieta com apenas ovos de *A. kuehniella* resultou num número médio de ovos/postura (9,08 ovos/postura), cujo valor foi próximo ao encontrado por Lixa (2008), com essa mesma alimentação e mesma espécie de joaninha (7,9 ovos/postura).

Entretanto, todas as dietas foram superiores a testemunha, ou seja, a oferta de uma solução aquosa de mel junto com ovos desse lepidóptero, assim como o acréscimo de flores de coentro e endro a essa dieta resultou num número médio de ovos/postura significativamente maior, indicando que o fornecimento de uma fonte de carboidrato assim como uma fonte de proteína vegetal, deve melhorar o potencial reprodutivo das fêmeas de *C. maculata* e, conseqüentemente, pode resultar em contribuições significativas para o aumento da população de *C. maculata*. Em comparação aos crisopídeos predadores, Venzon et al. (2006) observaram que as fêmeas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) também tiveram sua capacidade reprodutiva aumentada quando o mel foi acrescentado as dietas à base de pólen de leguminosas, concluindo que ambos recursos florais são importantes para reprodução desse inseto predador. Contudo, a dieta a base de larvas de *D. melanogaster*, que também foi superior à testemunha, não diferiu significativamente da dieta de ovos de *A. kuehniella* + mel 5%, sugerindo que o teor de proteínas ou a qualidade proteica dessas larvas suplemente a alimentação das fêmeas de *C. maculata*, elevando o número de ovos/postura.

Os dados médios obtidos no presente estudo, exceto da dieta com ovos de *A. kuehniella*, também foram superiores aos encontradas por Wright & Laing (1980) para *C. maculata* subespécie *lengi* (10,5 ovos/postura), quando alimentadas com do pulgão *R. maidis*. Já Smith (1966) observou o mesmo resultado para as fêmeas de *C. maculata* quando estas se alimentaram de ovos da própria espécie, porém uma média 13,2 ovos/postura foi observada quando pó seco de carne bovina foi ministrado como dieta. Entretanto, médias maiores foram encontradas por Gravena (1983), que observou que *C. maculata*, quando alimentada com *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) coloca, em média, 20 ovos/postura.

3.1.2 Fase de ovo

Na tabela 2 encontram-se as médias aritméticas, na escala de Poisson, referente ao período embrionário de *C. maculata* frente às diferentes dietas viáveis, com as respectivas comparações realizadas de acordo com as análises de deviances.

Tabela 2. Duração média, em dias, do período embrionário (n = 100 repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório (25 ± 1°C, 70 ± 10% UR e fotofase de 12 horas).

Dieta	Período embrionário (dias) ¹
Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (testemunha)	3,58 a
Larvas de <i>Drosophila melanogaster</i>	3,68 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + mel 5%	3,57 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de coentro	3,56 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de endro	3,61 a
CV (%)	20,04

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo contraste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi encontrada diferença significativa entre as médias dos períodos embrionários para ovos de *C. maculata* para todas as dietas viáveis avaliadas. Todas essas dietas resultaram em valores próximos ao da dieta ministrada apenas com ovos de *A. kuehniella* (3,58 dias), dieta testemunha. Portanto, os resultados indicam que esses alimentos, influenciam tanto quanto os ovos de *A. kuehniella* no desenvolvimento embrionário de *C. maculata*. Resultados semelhantes foram encontrados por Kato (1996) e Lixa (2008) que observaram um período embrionário similar (3,07 e 3,1 dias, respectivamente) para esse predador com esse mesmo alimento, sob as mesmas condições de temperatura e umidade.

De maneira geral, todas as dietas, apesar de não diferirem entre si, atenderam a média esperada para período de desenvolvimento embrionário da maioria das joaninhas afidófagas, que varia de 2 a 5 dias (IPERTI, 1999).

Kato (1996) também não encontrou diferenças no período embrionário quando o alimento foi à base de pulgões das espécies *S. graminum* e *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* (Börner) (Hemiptera: Aphididae). Por outro lado, sob diferentes condições ambientais, Simpson & Burkhardt (1960) verificaram, aos 26°C, média do período embrionário para ovos de *C. maculata* de 2,8 dias, quando foi usado como alimento o pulgão-manchado-da-alfafa [*Therioaphis maculata* (Buckton)]. Já Gurney & Hussey (1970) e Obrycki & Tauber (1978) observaram um menor período em comparações aos resultados do presente trabalho, criando *C. maculata* sobre *Myzus persicae* (Sulzer) e *Acyrtosiphon pisum* (Harris), respectivamente, a 24°C. Os primeiros encontraram médias de 2,0 dias, enquanto os segundos obtiveram em média 3,2 dias para essa fase. Portanto, comparações com resultados desses trabalhos usando pulgões (presa natural) como dieta para *C. maculata*, evidenciam que as dietas artificiais e as fontes de pólen tenderam a prolongar o período embrionário de *C. maculata*, porém, cabe ressaltar que os trabalhos foram conduzidos em temperaturas diferentes do presente estudo, visto que a temperatura influencia sobremaneira a duração dos estágios de vida dos coccinelídeos (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009).

3.1.3 Fase de larva, pré-pupa e pupa

Assim como outros fatores, as médias aritméticas foram comparadas na escala de Poisson referente aos parâmetros analisados do período larval, pré-pupa e pupa. A comparação dos efeitos dos resultados das diferentes dietas de acordo com as análises de deviances encontram-se na tabela 3.

Em relação à duração do primeiro instar foi encontrado diferenças significativas entre os tratamentos. Os indivíduos alimentados com larvas de *D. melanogaster* permaneceram mais tempo (3,2 dias) no primeiro instar em comparação com todas as outras dietas. A oferta de flores de coentro simultânea com ovos de *A. kuehniella* resultou significativamente a menor duração (2,42 dias) em relação às demais dietas. Kato (1996) e Lixa (2008) avaliaram o desenvolvimento no primeiro instar de larvas de *C. maculata*, criadas nas mesmas condições climáticas e com a oferta de apenas ovos de *A. kuehniella*. O primeiro autor encontrou uma média de 3,2 dias, já o segundo autor registrou um período de 2,2 dias, valor praticamente igual quando comparado com o tratamento com o acréscimo de flor de coentro.

Alguns outros autores também avaliaram o efeito de diferentes presas sob o desenvolvimento primeiro instar de *C. maculata* nas mesmas condições ambientais (25 ± 1°C e fotofase de 12 horas). Enquanto Silva et al. (2006) ofertaram ovos de lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (Smith)], Kato (1996) ofertou pulgões *S. graminum* e *B. schwartzi*, sendo que os resultados encontrados foram de 3,5; 3,6 e 3,5 dias, respectivamente; todos valores relativamente superiores aos obtidos com todas as dietas testadas no presente trabalho.

Tabela 3. Duração média, em dias, dos diferentes instares larvais, pré-pupa (n = 100 repetições/tratamento)¹ e pupa (n = 80 repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com a oferta de cinco diferentes dietas em condições de laboratório (25 ± 1°C, 70 ± 10% UR e fotofase de 12 horas).

Dieta ²	Fases larvais e de pupa ³					
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Pré-pupa	Pupa
Ovos <i>A.k.</i>	2,87 b	2,11 c	2,45 b	4,52 a	0,67 b	3,84 a
Larvas <i>D.m.</i>	3,20 a	2,38 b	2,56 ab	3,79 bc	0,71 ab	3,79 a
Ovos <i>A.k.</i> +mel 5%	2,94 b	2,01 c	2,37 b	4,03 b	0,76 a	3,96 a
Ovos <i>A.k.</i> +flor <i>Cs</i>	2,42 c	2,68 a	2,61 a	3,68 c	0,74 ab	3,98 a
Ovos <i>A.k.</i> +flor <i>Ag</i>	2,88 b	2,36 b	2,71 a	3,72 bc	0,80 a	3,86 a
CV (%)	22,53	28,87	25,74	24,36	33,75	14,56

¹Inicialmente o número de repetições considerando o experimento foi de 100 larvas, porém, ao longo do experimento por motivos inerentes a experimentação, parcelas foram perdidas com a morte de alguns indivíduos, mas vale ressaltar que cada tratamento apresentou no mínimo 80 repetições até a última avaliação de desenvolvimento

²Ovos *A.k.* = Ovos de *Anagasta kuehniella*; Larvas *D.m.* = Larvas de *Drosophila melanogaster*; Ovos *A.k.*+flor *Cs* = Ovos de *A. kuehniella* + flor de *Coriandrum sativum* (coentro); Ovos *A.k.*+flor *Ag* = Ovos de *A. kuehniella* + flor de *Anethum graveolens* (endro).

³Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo contraste de Tukey a 5% de probabilidade.

Almeida & Ribeiro-Costa (2009) apontam a qualidade e quantidade do alimento como principais fatores no desenvolvimento das joaninhas, mas relata a influência da temperatura, tornando assim importante a comparação dos resultados com trabalhos que usaram diferentes alimentos, entretanto diante das mesmas condições climáticas.

Para o segundo instar de *C. maculata*, a dieta que havia resultado na menor duração do primeiro instar, ou seja, ovos de *A. kuehniella* + flor coentro, agora causou a maior duração (2,68 dias), diferindo estatisticamente das demais dietas. A menor duração do segundo instar ocorreu quando foram ofertadas ovos de *A. kuehniella* complementados com mel ou não (2,01 e 2,11 dias, respectivamente) às larvas de *C. maculata*, diferindo significativamente das outras dietas. Kato (1996) e Lixa (2008) encontraram para essa mesma espécie de joaninha, médias de 2,3 e 2,7 dias, respectivamente, quando ministraram apenas ovos de *A. kuehniella*, portanto, valores relativamente inferiores ao obtido no presente estudo. Silva et al. (2006) observaram que as larvas de *C. maculata* permaneciam, em média, 2,5 dias no segundo instar quando alimentadas com ovos de *S. frugiperda*, enquanto Kato (1996), ofertando pulgões *S. graminum* e *B. schwartzi*, relatou médias de 2,7 e 3,0 dias, valores próximos aos encontrados no presente trabalho.

A duração do terceiro instar larval de *C. maculata* foi maior quando a oferta de alimento foi ovos de *A. kuehniella* acrescidos de flores de coentro (2,61 dias) e flores de endro (2,71 dias), não diferindo significativamente entre si, sendo superior quando ofertado apenas ovos de *A. kuehniella* (2,45 dias) e ovos dessa mesma mariposa com mel (2,37 dias), que entre elas não diferiram entre si. Não houve diferença significativa entre as dietas de *A. kuehniella* acrescida com flores das duas espécies de Apiaceae e as larvas de *D. melanogaster*, indicando que essas dietas influenciaram da mesma maneira na duração do terceiro instar.

Os valores obtidos para o terceiro instar de *C. maculata* no presente estudo foram próximos aos encontrados por Kato (1996), que observou uma duração de 2,8 dias usando ovos de *A. kuehniella* como dieta, porém as dietas à base de pulgões (*S. graminum* e *B. schwartzi*) proporcionaram um tempo de desenvolvimento relativamente maior (3,4 e 3,5 dias,

respectivamente). Silva et al. (2006) constaram uma duração média de 2,6 dias para esse instar larval ao ministrar dieta à base de ovos *S. frugiperda*, já Lixa (2008) observou uma duração de 2,4 e 3,6 dias para o terceiro instar de *C. maculata*, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e pulgões *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), respectivamente.

Segundo Almeida & Ribeiro-Costa (2009), o quarto instar larval, em geral, é o mais longo, o que também foi constatado no presente estudo em todas as dietas. Segundo Machado (1982), este período de desenvolvimento do último instar larval das joaninhas é mais extenso, para que os indivíduos possam suprir as necessidades de substâncias nutritivas demandadas para a transformação em pupa e posterior emergência dos adultos. Comparando as médias de duração no período de quarto instar de *C. maculata*, as que se alimentaram apenas com ovos de *A. kuehniella* (4,52 dias) apresentaram valores significativamente maiores que todos os outros tratamentos, prolongando mais seu desenvolvimento até atingir a fase de pupa.

Kato (1996) observou que o tempo de desenvolvimento foi de 4,4 dias, em média, para larvas de quarto instar de *C. maculata* usando apenas ovos de *A. kuehniella* como dieta, porém as dietas à base de pulgões (*S. graminum* e *B. schwartzi*) proporcionaram um tempo de desenvolvimento relativamente maior (5,2 e 4,5 dias, respectivamente). Lixa (2008) observou uma duração de 3,3 e 5,3 dias para o quarto instar de *C. maculata*, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* e pulgões *L. erysimi*, respectivamente. Por fim, Silva et al. (2006) encontraram uma média de 3,5 dias para o quarto instar de *C. maculata* quando o alimento em questão foi ovos de *S. frugiperda*.

O período de pré-pupa dos indivíduos alimentados com dietas à base de ovos de *A. kuehniella* e mel (0,76 dias) e ovos dessa mesma mariposa com flor de endro (0,8 dias) tiveram maior duração significativa em relação ao alimento apenas com ovos de *A. kuehniella* (0,67 dias), entretanto as demais dietas não diferiram estatisticamente entre essas nem entre si. As médias encontradas foram menores que as encontradas na literatura, pois Kato (1996) observou que a fase de pré-pupa de *C. maculata* apresenta 0,9, 1,2 e 1,0 dias de duração, quando utilizou ovos de *A. kuehniella*, *S. graminum* e *B. schwartzi* como dieta alimentar para as larvas, respectivamente, sendo que essas médias não diferiram entre si. Lixa (2008) e Silva et al. (2006) observaram uma duração de 1,0 dia para a pré-pupa de *C. maculata*, independente da dieta (ovos de *A. kuehniella* ou de *S. frugiperda* ou pulgões *L. erysimi*).

O tipo de dieta não interferiu no tempo de desenvolvimento da pupa de *C. maculata*, visto que as médias de duração dessa fase entre todas as dietas ofertadas não diferiram estatisticamente entre si, com seus valores variando entre 3,79 e 3,98 dias. Kato (1996), Ramos Filho et al. (2007) e Lixa (2008), ao oferecerem apenas ovos da mariposa (*A. kuehniella*) como dieta para larva de *C. maculata*, observaram que a duração da fase pupal foi de 3,68; 5,0 e 3,7 dias, respectivamente. Silva et al. (2006) encontraram que esse mesmo predador teve uma duração de 3,5 dias, em média, na fase pupal quando o alimento foram ovos de *S. frugiperda*.

Diante dos resultados percebemos que as diferentes dietas proveram distintos tempos de desenvolvimento de cada instar, impossibilitando assim, a conclusão de qual dieta venha a favorecer um desenvolvimento mais rápido das larvas de *C. maculata*, quando se analisa cada instar separadamente. Dessa maneira, faz-se a necessidade de avaliar e comparar a duração do ciclo como um todo, para afirmações mais conclusivas, o que é feito no item 3.1.4 a seguir.

Entretanto, ao avaliarmos cada fase separadamente, observamos que a oferta de larvas *D. melanogaster*, assim como ovos de *A. kuehniella* complementados com mel, flores de endro e coentro permitiram o desenvolvimento completo desse coccinelídeo, além de que o tempo de duração em cada instar larval e pupal foram próximos dos encontrados na literatura para essa mesma espécie com diferentes dietas sob as mesmas condições climáticas. Pois,

como no capítulo anterior foi comprovada a ingestão do grão de pólen dessas duas Apiaceae, assegura-se que esse alimento, não seja tóxico quando complementado as presas essenciais.

3.1.4. Duração do período larval e do ciclo biológico

As médias aritméticas, na escala de Poisson, referente à duração do período larva e ao ciclo biológico diante a oferta das cinco diferentes dietas, com as respectivas comparações realizadas de acordo com as análises de deviances encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Duração média, em dias, do período larval (n = 80 repetições/tratamento)¹ e do ciclo biológico (n = 80 repetições/tratamento) de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório (25 ± 1°C, 70 ± 10% UR e fotofase de 12 horas).

Dieta	Duração período larval ² (dias)	Ciclo biológico ² (dias)
Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	12,68 a	20,02 a
Larvas de <i>Drosophila melanogaster</i>	12,57 ab	19,96 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + mel 5%	12,13 c	19,74 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de coentro	11,97 c	19,46 a
Ovos de <i>A. kuehniella</i> + flor de endro	12,51 b	19,97 a
CV (%)	10,78	7,90

¹Inicialmente o número de repetições considerando o experimento foi de 100 larvas, porém, ao longo do experimento por motivos inerentes a experimentação, parcelas foram perdidas com a morte de alguns indivíduos, mas vale ressaltar que cada tratamento apresentou 80 repetições até a última avaliação de desenvolvimento.

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo contraste de Tukey a 5% de probabilidade.

Se considerarmos que os coccinelídeos são predadores nas fases de larva e adulta, torna-se então desejável uma menor duração do período larval, ou seja, um mais rápido desenvolvimento, tendo em vista que na fase adulta, além de poderem se reproduzir, esses predadores possuem maior capacidade de dispersão.

Dessa maneira, as dietas à base de ovos de *A. kuehniella* complementadas com mel e flor de coentro resultaram num período larval significativamente inferior às demais dietas. É possível que os açúcares provenientes do mel e do néctar do coentro tenham contribuído para um desenvolvimento mais rápido das larvas. De acordo com o Winston (2003), o néctar de cada espécie botânica apresenta uma concentração de açúcares, principalmente sacarose, glicose e frutose, podendo variar de 5% a 80%. Dessa forma, é possível que a concentração de açúcares do néctar do coentro tenha uma concentração mais próxima ao mel de abelha europeia (*Apis mellifera* L.) do que o néctar do endro, visto que a dieta de *A. kuehniella* + flor de endro resultou em valores de duração do período larval significativamente inferior ao do coentro. A norma brasileira vigente estabelece um valor mínimo de 65% para açúcares redutores e máximo de 6% para sacarose aparente para méis de *A. mellifera* (BRASIL, 2000). Todavia, não foi possível aferir esses valores para as flores avaliadas no presente estudo.

Alguns autores observaram maiores valores para o período larval de *C. maculata* dependendo da dieta ministrada e da temperatura. Gurney & Hussey (1970), ao criarem larvas dessa espécie sobre *M. persicae* a 24°C, obtiveram um valor de 15 dias para a duração média da fase larval, contrariamente Obrycki & Tauber (1978) obtiveram um valor médio relativamente menor (12,7 dias) quando o alimento foi pulgões *A. pisum* na mesma temperatura de criação. Kato (1996), nas mesmas condições ambientais, observou que larvas

dessa joaninha completaram seu desenvolvimento em 15,1 dias, em média, quando foram ministrados ovos de *A. kuehniella*, valor bem superior ao encontrado no presente estudo, porém, observou valores menores quando ministraram pulgões (*S. graminum* e *B. schwartzi*) como dietas (12,6 e 13,9 dias, em média, respectivamente). Todavia, Ramos Filho et al. (2007) encontraram valor bem inferior para a duração da fase larval de *C. maculata* (8,2 dias, em média), quando suas larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* a $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Michaud & Jyoti (2008) verificaram uma duração da fase larval de *C. maculata* relativamente um pouco menor, de aproximadamente 10 dias, quando ofereceram ovos de *A. kuehniella* ou pulgão *S. graminum* como dieta para as larvas criadas a uma temperatura de $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 16 horas. Lixa (2008) observou que a fase larval de *C. maculata* durou, em média, 10,6 dias, quando as larvas foram alimentadas com apenas ovos de *A. kuehniella*, valor relativamente inferior ao encontrado no presente estudo, e ao redor de 15 dias com pulgões *L. erysimi*. Michaud & Joyti (2008) também observaram que o desenvolvimento larval de *C. maculata* foi significativamente mais rápido (próximo de 10 dias), não diferindo significativamente da dieta à base de pulgão *S. graminum*, mas diferiu da dieta de pólen de abelha, que resultou num período larval mais longo (40 dias). Silva et al. (2006) encontrou uma média 12,1 dias para fase larval quando essa mesma espécie foi alimentada com ovos da mariposa *S. frugiperda*.

Considerando o ciclo total de vida, as dietas ministradas às larvas de *C. maculata* não tiveram efeito no ciclo biológico, visto que as médias de duração em dias não diferiram estatisticamente entre as diferentes dietas. Em média, a duração dos ciclos foi entre 20,2 e 19,46 dias (tabela 4).

C. maculata apresentou um ciclo biológico relativamente mais curto (16,2 dias) quando criada sobre *A. pisum* a 24°C (OBRYCKI & TAUBER, 1978). O resultado obtido com ovos de *A. kuehniella* no presente estudo foi similar ao obtido com Gurney & Hussey (1970), que observaram um ciclo biológico de 20 dias para *C. maculata* quando foi criada sobre *M. persicae* a 24°C . Kato (1996) obteve resultados próximos aos obtidos no presente estudo para *C. maculata*. Esse autor observou que, usando ovos de *A. kuehniella*, pulgões *S. graminum* e pulgões *B. schwartzi*, o ciclo biológico dessa joaninha foi, respectivamente, de 17,1, 19,9 e 18,2 dias. SILVA et al. (2007), ao estudarem o desenvolvimento das fases imaturas de *C. maculata* com três tipos de dieta, verificaram que a duração da fase de larva a adulto foi inferior ao obtido no presente estudo, ou seja, observaram valores de 15,2, 16,3 e 16,7 dias, quando ministraram, respectivamente, as seguintes dietas: ninfas de *S. graminum*, ovos de *A. kuehniella* congelados por um dia e ovos dessa mariposa congelados por seis meses, sendo essas duas últimas associadas com uma dieta artificial (mel, levedo de cerveja, nipagim, ácido ascórbico, sulfato ferroso e ácido sórbico). Quando o alimento ofertado foi outras presas, como pulgões das espécies *S. graminum*, *B. schwartzi*, *L. erysimi* e ovos da mariposa *S. frugiperda* a duração dos ciclos foi de 19,9, 18,2, 22,4 e 16,6 dias, respectivamente (KATO, 1996; LIXA, 2008; SILVA et al., 2006), podendo encontrar dessa forma dietas superiores e inferiores as encontradas ao presente trabalho.

Dessa maneira, concluímos que apesar das dietas apresentarem diferentes efeitos em cada instar larval, na somatória total dos dias dessa fase do indivíduo, considerando do primeiro instar até a fase de pré-pupa, temos que a complementação da alimentação com flores de endro (*Anethum graveolens* L.), coentro (*Coriandrum sativum* L.) e mel favoreceram o seu desenvolvimento em comparação a testemunha, provavelmente por suprir as necessidades de substâncias nutritivas demandadas. Hagen (1962) já salientava a importância das flores, tendo em vista que coccinelídeos predadores poderiam também se alimentar tanto de pólen quanto de néctar, seja floral ou extrafloral, principalmente quando a presa preferencial está ausente, ou para complementar a alimentação.

3.1.5 Peso dos adultos

As dietas interferiram no peso corpóreo dos adultos de *C. maculata*, apresentando-se inferior (10,4 mg) quando ovos congelados de *A. kuehniella* foram usados como dieta larval, diferindo significativamente das demais dietas, as quais não diferiram entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito médio das dietas no peso vivo do adulto (n = 80 repetições/tratamento), em miligramas, de *Coleomegilla maculata* alimentada com cinco diferentes dietas em condições de laboratório (25 ± 1°C, 70 ± 10% UR e fotofase de 12 horas).

Dieta ¹	Ovos A.k.	Larvas D.m.	Ovos A.k. + mel 5%	Ovos A.k. +flor Cs	Ovos A.k. + flor Ag
Peso (mg) ²	10,4 b	14,4 a	13,9 a	14,2 a	13,8 a
CV (%)	17,06				

¹Ovos A.k. = Ovos de *Anagasta kuehniella*; Larvas D.m. = Larvas de *Drosophila melanogaster*; Ovos A.k.+flor Cs = Ovos de *A. kuehniella* + flor de *Coriandrum sativum* (coentro); Ovos A.k.+flor Ag = Ovos de *A. kuehniella* + flor de *Anethum graveolens* (endro).

²Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Lixa (2008) e Kato (1996) encontraram valores próximos ao do presente trabalho quando usaram como dieta também apenas ovos de *A. kuehniella*, sendo 10,83 e 11,9 mg, respectivamente. Entretanto, as outras dietas foram superiores a diversos trabalhos encontrados na literatura que trabalharam com a mesma espécie sob as mesmas condições ambientais. Os adultos provenientes de larvas alimentadas com *S. graminum* e *B. schwartzi*, analisados por Kato (1996) foram relativamente mais leves, em média 10,18 e 10,37 mg, respectivamente. Lixa (2008) também encontrou menores valores de peso vivo de adultos de *C. maculata* quando o alimento ofertado aos indivíduos foram pulgões da espécie *L. erysimi*, (7,39 mg). Michaud & Joyti (2008) observaram que os adultos recém-emergidos de *C. maculata* apresentaram peso corpóreo significativamente superior (aproximadamente 15 mg), quando alimentados com ovos congelados de *A. kuehniella*, do que com as dietas à base do pulgão *S. graminum* e de polén de abelha (inferior a 9 mg).

Silva et al. (2006) conseguiram diferenciar sexualmente *C. maculata* e encontraram pesos diferentes entre machos e fêmeas quando alimentados com ovos de *S. frugiperda*. As fêmeas em geral, com média de 16,9 mg, pesam mais que os machos que apresentaram 11,1 mg de peso corpóreo. Apesar da dificuldade de dimorfismo sexual em adultos dessa espécie de coccinelídeo esses autores não relataram como o mesmo foi feito essa caracterização.

3.2 Efeito das Dietas Inviáveis nos Parâmetros Biológicos de *Coleomegilla maculata*

3.2.1 Sobrevivência de larva e adultos

Quatro dietas (água, mel, flores de coentro e flores de endro) não proveram o desenvolvimento completo dos indivíduos de *C. maculata*. Entretanto, apesar delas não terem possibilitado os indivíduos chegar à fase adulta, o tempo de sobrevivência não foi o mesmo. Sendo assim, as médias aritméticas (na escala de Poisson) referentes ao tempo de sobrevivência com a utilização dessas diferentes dietas, com as respectivas comparações realizadas de acordo com as análises de deviances encontram-se na tabela 6.

Tabela 6. Duração média, em dias, do período de sobrevivência de *Coleomegilla maculata* na oferta de quatro diferentes dietas não-viáveis em condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Dieta	Tempo de vida das larvas (dias) ¹		Tempo de vida dos adultos (dias) ¹	
	N=100		N=80	
Água (testemunha)	3,64 c		5,00 c	
Mel (5%)	8,57 b		46,13 a	
Flores de coentro	8,34 b		8,50 b	
Flores de endro	13,99 a		7,30 b	
CV (%)	57,60		126,18	

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo contraste de Tukey a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação nesses fatores foram superiores aos coeficientes de variações dos demais, justamente por causa da diferença na resposta dos indivíduos a essas dietas. Em uma mesma dieta alguns indivíduos morreram logo de início, já outros, adultos e larvas, sobreviveram por mais tempo, aumentando assim o coeficiente de variação.

Em relação às larvas de *C. maculata*, as flores de endro mantiveram os indivíduos de vivos em média por 13,99 dias, sendo significativamente superior a oferta apenas de flores de coentro (8,34 dias) ou mel (8,57 dias). Entretanto, todas essas dietas foram superiores à testemunha, ou seja, apenas disponibilidade de água. Esses indivíduos que não tiveram nenhuma fonte de proteína ou carboidrato disponível sobreviveram, em média, 3,64 dias após a eclosão dos ovos.

Em relação aos adultos de *C. maculata*, todas as dietas foram significativamente superiores a apenas água. Quando só havia água disponível, os adultos sobreviveram em média 5,0 dias. Adultos dessa espécie de joaninha sobreviveram em média 8,50 e 7,30 dias quando alimentados com flores de coentro e flores de endro, respectivamente. Há a possibilidade de que a demanda nutricional dos adultos seja tamanha, que é necessário uma grande quantidade de flor para manutenção de sua sobrevivência. Resende (2012) ofertou a adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) cerca de 200 buquês de flores de endro, coentro e erva-doce por casal, sendo trocados apenas a cada três dias e isso foi suficiente para que esse inimigo natural sobrevivesse e reproduzisse. É importante salientar que essa espécie não é predadora na fase adulta, o que facilita seu desenvolvimento à base de flores. Precisamos cogitar a hipótese que a manutenção da joaninha *C. maculata* somente à base flores seja possível, entretanto a demanda de flores por indivíduo deve muito alta para suprir a demanda nutricional desses indivíduos.

Por outro lado, a oferta de mel possibilitou maior tempo de vida dos adultos de *C. maculata*, significativamente superior as demais dietas não-viáveis, sobrevivendo em média 46,13 dias. Embora na dieta com oferta apenas de mel ter sido observado a formação de casal, nenhuma oviposição ocorreu. Esse resultado pode ser decorrente do fato de que, embora os adultos possam sobreviver com alimento alternativo, muitas espécies só conseguem produzir uma ovogênese normal se tiverem sua presa preferencial disponível em quantidade suficiente, ou seja, uma fonte de proteína animal, não somente fonte de carboidrato (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). No Egito, Ibrahim (1955) manteve, no laboratório, adultos de *Coccinella undecimpunctata aegyptiaca* Reiche (Coleoptera: Coccinellidae), que é reprodutivamente inativa no período de verão, vivos por até 100 dias, usando como alimento uma solução de mel.

Quando há alimento essencial disponível a longevidade dos coccinelídeos pode variar de alguns meses a anos, dependendo assim do seu voltinismo (IPERTI, 1999; ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Santos et al. (2009) encontrou uma média de 74,1 dias para a

longevidade do *H. axyridis*, quando alimentada com ovos de *A. kuehniella*, enquanto Castro (2010) encontrou uma longevidade de 89,1 dias para essa mesma espécie quando alimentadas com pulgões *Cinara atlantica* (Wilson) a 25 °C.

De certa maneira, podemos então notar que o tempo de sobrevivência desses coccinelídeos quando há oferta apenas de uma fonte de carboidrato, apesar de ser bem abaixo da longevidade encontrada em outras espécies de coccinelídeos, é considerável, afinal nenhuma fonte com teor significativo de proteína foi ofertada nesse período.

Outra característica notada em todos os adultos alimentados com essas dietas foi o canibalismo, que é um comportamento para preservação da espécie durante os períodos em que o recurso alimentar está escasso (HAWKES, 1920; HAGEN, 1962). De acordo com Hagen (1962), o canibalismo em coccinelídeos ocorre na fase de larva, alimentando-se de ovos ou mesmos de larvas, ou na fase adulta, que pode se alimentar de pré-pupas e pupas, principalmente de seus co-específicos.

Apesar de muitos relatos na literatura afirmarem que o canibalismo é comumente constatado nas fases de ovo, pré-pupa, pupa ou indivíduos que recentemente sofreram ecdise, no presente trabalho, adultos foram canibalizados. Além disso, os adultos dessas dietas demonstravam aparentemente uma maior lentidão e menor capacidade de vôo, sendo interessante testar esses atributos em futuros estudos. Segundo Banks (1954), o primeiro instar larval de joaninhas afidófagas pode viver por mais tempo após o canibalismo dos ovos de seus co-específicos, mas Pienkowski (1965) encontrou que esse comportamento reduz a atividade das larvas e sua capacidade de encontrar suas presas. Koide (1962) observou o completo desenvolvimento larval de *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) se alimentado exclusivamente de ovos de sua própria espécie. Esta dieta, entretanto, foi menos favorável do que a dieta de pulgões, observando um redução da taxa de desenvolvimento de 38% e as larvas foram de 15 a 25% menores.

3.2.2 Percentual de larvas de primeiro instar que atingiram os instares seguintes

Apesar dessas dietas não possibilitarem que nenhuma larva de primeiro instar alcançasse a fase de pupa, alguns indivíduos conseguiram alcançar outros instares larvais (Figura 1).

A oferta de mel conseguiu que 10% dos indivíduos alcançassem o segundo instar. Isso pode ser explicado pelo hábito dos coccinelídeos de permanecerem sobre o cório por um ou mais dias e se alimentarem dos ovos não viáveis (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, 2009). Todavia, o mel é constituído de diferentes açúcares, principalmente os monossacarídeos glicose e frutose; todavia, apresenta também teores de proteínas (presença de pólen), aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, e outras substâncias, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos (incluindo dextrinas). Além de pequenas concentrações de fungos, algas, leveduras e outras partículas sólidas resultantes do processo de obtenção do mel (CODEX STANDARD FOR HONEY, 2001). No entanto, o mel de abelhas européias, a semelhança do néctar, é considerado mais como uma fonte de energia pelos altos teores de açúcares, devendo conter no mínimo 65% de açúcares redutores e no mínimo 60% de sacarose (BRASIL, 2000).

A oferta de flores, tanto coentro como endro, também permitiram que os indivíduos atingissem outros íntares, ainda que não permitissem o desenvolvimento completo, já a oferta apenas de água não possibilitou a mudança de instar, tendo em vista que os indivíduos precisam suprir as necessidades protéicas e energéticas demandadas para a transformação da larva em pupa e posterior emergência dos adultos (MACHADO, 1982).

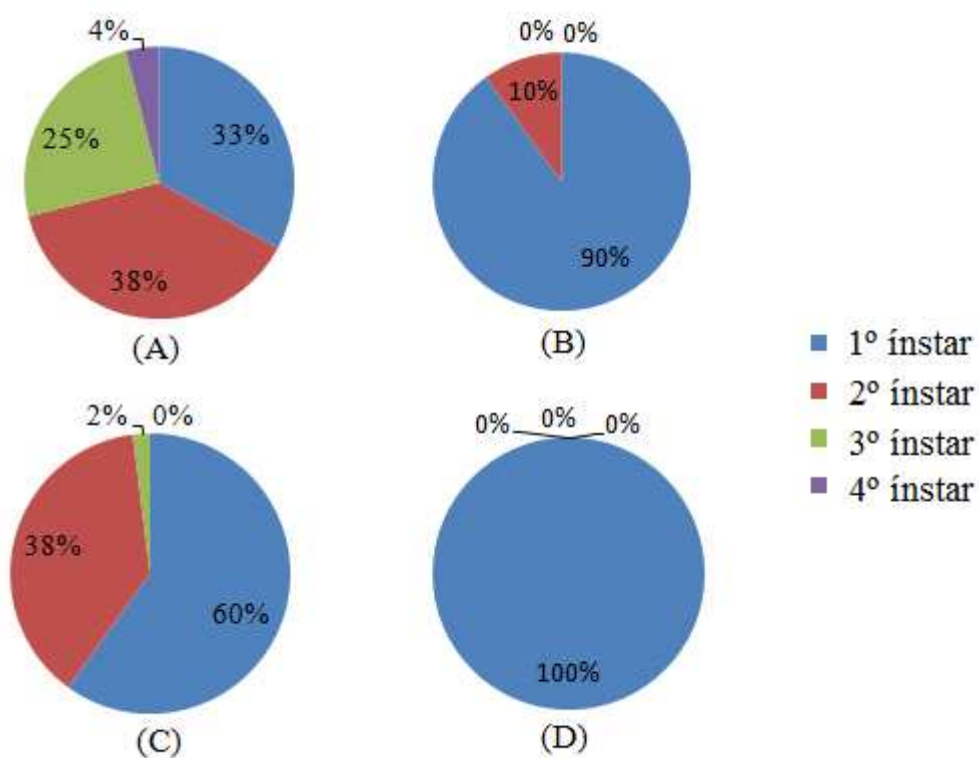


Figura 1. Percentual de um total de 100 larvas de primeiro instar alimentadas com dietas inviáveis que atingiram os instares seguintes. (A) Oferta de flores de endro. (B) Oferta de mel. (C) Oferta de flores de coentro. (D) Oferta apenas de água.

4 CONCLUSÕES

- As larvas de *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) se mostraram como um alimento viável para a joaninha predadora *Colemegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae), possibilitando seu desenvolvimento e reprodução, resultando assim em adultos de maior peso corpóreo e um aumento no número de ovos por postura em comparação a alimentação de ovos da mariposa *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).
- A oferta apenas de flores de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e endro (*Anethum graveolens* L.) não possibilita o desenvolvimento completo de indivíduos de *C. maculata*, entretanto, permitem uma maior tempo de vida tanto para larvas quanto para adultos, na ausência de uma presa essencial.
- Uma fonte de carboidrato, como, por exemplo, o mel, auxilia na sobrevivência de indivíduos de *C. maculata*, principalmente na fase adulta, entretanto, não possibilita a oviposição.
- A oferta de ovos congelados da mariposa *Anagasta kuehniella* apresenta melhores resultados na biologia de *C. maculata* quando complementados com mel, flores de endro e coentro. Esses alimentos alternativos possibilitam a redução do período larval, aumento no número de ovos por postura e aumento do peso corpóreo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIXA, A. T.; RESENDE, A. L. S. Joanelhas predadoras, as aliadas do produtor no combate às pragas. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, p. 38-41, 2008.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. Coleópteros predadores (Coccinellidae). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R.P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 931-968.

BANKS, C. J. The searching behavior of coccinellid larvae. **British Journal of Animal Behavior**, v. 2, n. 3, p. 7-38, 1954.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa do MAPA Nº 11, de 20 de outubro de 2000.. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Disponível em: < <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1690>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

CODEX STANDARD FOR HONEY. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Disponível em: <<http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

CASTRO, C. F. **Biologia, parâmetros de crescimento populacional e preferência alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)**. 77 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná.

DIXON, A. F. G. **Insect predator–prey dynamics: ladybird beetles and biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 257 p.

FLANDERS, S. E. *Coccidophilus citricola* Brèthes, a predator enemy of red and purple scales. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 29, n.5, p.1023-1024, 1936.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.

GORDON, R. D. West Indian Coccinellidae II (Coleoptera): some scale predators with key to genera and species. **The Coleopterists Bulletin**, Fort Pierce, v. 32, n. 3, p.205-218, 1978.

GRAVENA, S. O controle biológico na cultura algodoeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 104, p. 3-15, 1983.

GURNEY, B.; HUSSEY, N. W. Evaluation of some coccinellid for the biological control of aphid in protected cropping. **Annals Applied Biology**, Cambridge, v. 65, p. 451-458, 1970.

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

HAWKES, O. A. M. Observations on the life history, biology and genetics of the ladybird beetle *Adalia bipunctata* Mulsant. **Journal of Zoology**, London, v. 33, p. 475-490, 1920.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: W. Junk, 260p, 1973.

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

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)**. 116 f. 1996. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

KOIDE, T. Observations on the feeding habit of the larva of *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant. The feeding behaviour and number of prey fed under different temperatures. **Kontyu**, v. 30, p. 236-41, 1962.

LIXA, A. T. **Coccinellidae (Coleoptera) usando plantas aromáticas como sítio de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico, e aspectos biológicos em condições de laboratório**. 77 f. 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, 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento, 40).

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

MICHAUD, J. P.; JYOTI, J. L. Dietary complementation across life stages in the polyphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 126, n. 1, p. 40-45, 2008.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R.W. M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society A**, v. 35, p. 370-384, 1972.

NEVES, P. R. **Utilização de crioprotetores intra e extracelulares em embriões de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 83 p. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá.

NIELSEN, N.; GROMMER, J.; LUNDEN, R. Investigations on the chemical composition of pollen from some plants. **Acta Chemica Scandinavica**, v. 9, n. 7, p. 1100-1106, 1955.

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**, Ottawa, v. 110, p. 407-412, 1978.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997.

PIENKOWSKI, R. L. The incidence and effect of egg cannibalism on first instar *Coleomegilla maculata lengi*. **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 58, n. 1, p. 50-53, 1965.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 5 julho. 2012.

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 (VII JEPEX), 7., Recife, 2007. CD-Rom.

RESENDE, A. L. S. **Bioecologia de (Hagen, 1961) (Neuroptera: Chrysopidae) e análise faunística da artopodofauna associada a plandas da família apiaceae**. 106 p. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, N. R. P.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; ANJOS, A. C. R.; OLIVEIRA, L. V. L. Aspectos biológicos de *Hamonia axyridis* alimentada com duas espécies de presas e predação intraguilda com *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 44, n. 6, p. 554-560, 2009.

SILVA, R. A. da, FERNANDES, A. P. B.; PEREIRA, W. G.; NOGUEIRA, P. M.; ALVARENGA, D. M.; DIAS, I. J.; FIGUEIREDO, 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. V.; FELLET, M. R. G.; COSTA, M. A.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Desenvolvimento de fases imaturas de *Coleomegilla maculata* DeGeer (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 26., Belo Horizonte, MG. 2006. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/490171>>. Acesso em 10 jul. 2012.

SIMPSON, R. G.; BURKHARDT, C. C. Biology and evaluation of certain predators of *Therioaphis maculata* (Buckton). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 53, p. 89-94, 1960.

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**, Toronto, v. 38, p. 1047-1049, 1960.

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.

WRIGHT, E. J.; LAING, J. E. Numerical response of coccinellids to aphids in corn in Southern Ontario. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 112, n. 10, p. 977-988, 1980.