

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

DISSERTAÇÃO

**Ingestão Natural de Polens por *Chrysoperla externa*
(Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), Ingestão de
Dietas Polínicas e seus Efeitos na sua Biologia em
Laboratório**

Kandice de Alencar Andrade

2013



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

**INGESTÃO NATURAL DE POLENS POR *Chrysoperla externa* (Hagen)
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE), INGESTÃO DE DIETAS
POLÍNICAS E SEUS EFEITOS NA SUA BIOLOGIA EM
LABORATÓRIO**

KANDICE DE ALENCAR ANDRADE

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

e Co-orientação das Professoras
Dr^a. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves
Dr^a. Brígida Souza

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 2013

Ficha catalográfica

363.78

A553i

T

Andrade, Kandice de Alencar, 1981-
Ingestão natural de polens por
Chysoperla externa (Hagen)
(Neuroptera: Chrysopidae), ingestão
de dietas polínicas e seus efeitos
na sua biologia em laboratório /
Kandice de Alencar Andrade - 2013.
77 f.: il.

Orientador: Elen de Lima Aguiar
Menezes.

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

Inclui bibliografias.

1. Pragas - Controle biológico -
Teses. 2. Crisopídeo - Teses. 3.
Pólen - Teses. 4. Biotecnologia -
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 – A autora”.

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

KANDICE DE ALENCAR ANDRADE

INGESTÃO NATURAL DE POLENS POR *Chrysoperla externa* (Hagen)
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE), INGESTÃO DE DIETAS POLÍNICAS E SEUS
EFEITOS NA SUA BIOLOGIA EM LABORATÓRIO

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 30/08/2013.

BANCA EXAMINADORA:

Vânia Gonçalves Lourenço Esteves. Dr^a. Museu Nacional/UFRJ
(Co-orientadora)

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

Renildo Ismael Félix da Costa. Dr. IFNMG Januária

*Aos meus pais, Raimundo e Teresinha,
Aos meus irmãos, Valdária, Kerla e Júnior,
Dedico*

*A todos aqueles que acreditaram neste trabalho,
Ofereço*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre presente na minha vida, ajudando-me a ter coragem, paciência e resignação para vencer os momentos mais difíceis e conseguir mais essa conquista em minha vida.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada (PPGFBA) e ao Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) do *campus* de Seropédica da UFRRJ, por tornar possível a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo do Programa Demanda Social e por parte do apoio financeiro 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 Nº 16/2009 - Processo E-26/110.287/2010).

À Embrapa Agrobiologia (Seropédica, RJ) por ceder o laboratório de microscopia para realização de parte do meu trabalho, particularmente ao laboratorista Geraldo Baêta da Cruz por viabilizar o uso do laboratório e dos equipamentos necessários.

À Fazendinha Agroecológica Km 47 por permitir as coletas dos insetos objeto de estudo e, portanto, contribuindo imensamente com meu trabalho.

A minha orientadora Dr^a. Elen de Lima Aguiar Menezes (UFRRJ/IB/DEnF/CIMP) pela confiança, apoio, ensinamento e amizade e também pela sua espetacular dedicação e responsabilidade como Coordenadora do PPGFBA e compromisso com a pesquisa.

As minhas co-orientadoras Dr^a. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves (Depto. de Botânica/Museu Nacional/UFRRJ) e Dr^a. Brígida Souza (Depto. de Entomologia/UFLA), pelo grande apoio durante a fase de experimentação e por ceder o laboratório, técnico e estagiários, nos momentos necessários.

A todos do Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRRJ, principalmente a Gabrielle Reboredo Vieira e Pedro César Teixeira de Souza pela enorme paciência e dedicação.

Ao professor Dr. Renato Nunes Pereira (UFRRJ-*campus* Seropédica, RJ/ICE/Depto. de Matemática) pelo auxílio no planejamento dos experimentos de laboratório e nas análises estatísticas dos dados, e dedicada atenção.

Ao Dr. José Guilherme Marinho Guerra (Pesquisador da Embrapa Agrobiologia), que por meio da coordenação do projeto Pensa Rio/FAPERJ, proveu suporte financeiro para minha pesquisa, bem como me acolheu no Alojamento da Embrapa Agrobiologia.

Ao Dr. José Eudes de Moraes Oliveira e a Dr^a. Maria Angélica Guimarães Barbosa (Pesquisadores da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE) pelo incentivo e confiança.

A todos os professores e funcionários que fazem parte do PPGFBA, pelo agradável convívio, e principalmente ao secretário do PPGFBA, Roberto Tadeu Souza de Oliveira pela sua enorme dedicação e amor ao seu trabalho.

Aos estagiários do CIMP da UFRRJ, pela colaboração e amizade, particularmente a Saulo José de Melo, Gilmar Júnior Brum de Melo e Jean Luiz Andrade Magalhães pela imensurável ajuda e pela responsabilidade em colaborar com esse trabalho.

Aos colegas de curso, Diene Elen Miranda da Silva, Natália Arruda Sanglard, Eduardo da Silva, Julie Giovanna Chocon Orozco, Vinícius de Abreu D'Ávila, Alexandre De Donato,

Carlos Fernando Ferreira da Silva, Rodrigo Garcia Alvim e Tatiana Faria Maia pelos momentos vivenciados.

Ao amigo Gustavo Vilela Tenório que me apoiou e me incentivou em todos os momentos.

Aos colegas do Alojamento da Embrapa Agrobiologia que passaram a ser uma segunda família.

Aos meus queridos pais e irmãos que tanto me apoiaram e confiaram.

A todos aqueles que acreditaram em mim e me apoiaram sempre!

RESUMO GERAL

ANDRADE, Kandice de Alencar. **Ingestão natural de polens por *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), ingestão de dietas polínicas e seus efeitos na sua biologia em laboratório.** 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013.

Culturas agrícolas e florestais devem estar protegidas das pragas fitófagas, porém, dentro do possível, devem estar livres de agroquímicos sintéticos devido aos seus impactos ecotoxicológicos. Por isso, programas de controle biológico, bioinseticidas e outros métodos de controle, livre de agrotóxicos, vêm sendo aplicados ou estudados cada vez mais para o controle dessas pragas. Nesse contexto, os insetos predadores podem desempenhar um papel fundamental na proteção dessas culturas, visto constituírem agentes de mortalidade biótica de muitas pragas. Assim sendo, torna-se importante o emprego de estratégias que visem a atração e manutenção de inimigos naturais das pragas para os agroecossistemas. A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), coloquialmente denominados de crisopídeos, é um inimigo natural que apresenta elevado potencial reprodutivo, grande capacidade de busca de suas presas, voracidade alimentar e facilidade de criação em laboratório, o que os torna um excelente agente de controle. Essa espécie é predadora somente na fase larval e é glicopolínivora na fase adulta, se alimentando de pólen e néctar. Nesse contexto, visando fornecer subsídios para o controle biológico conservativo, o capítulo I teve como objetivos identificar famílias e/ou espécies botânicas provedoras de pólen para adultos de *C. externa* coletados num agroecossistema diversificado, sob manejo orgânico, e avaliar se há diferença na quantidade de grãos de pólen ingeridos entre machos e fêmeas. Grãos de pólen de 19 famílias de Angiospermae foram ingeridos pelos adultos de *C. externa*, sendo os polens de Poaceae ingeridos em maior quantidade. As fêmeas de *C. externa* ingeriram maior quantidade de grãos de pólen do que os machos. Visando fornecer subsídios para o controle biológico aumentativo, objetivou-se, também, avaliar a capacidade de ingestão de grãos de pólen industrial de sorgo-de-alepo [*Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae)] e artemísia [*Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae)] por adultos de *C. externa* e se há preferência entre esses polens para serem incluídos em dietas artificiais para sua criação em laboratório; bem como avaliar os efeitos da oferta de dietas polínicas sobre caracteres biológicos de adultos de *C. externa* em condições controladas de laboratório. Os resultados desses estudos estão apresentados no capítulo II. Os grãos de pólen de sorgo e de artemísia foram ingeridos pelos adultos de *C. externa* e não foi observado preferência entre os polens das duas espécies botânicas avaliadas. As dietas constituídas por pólen de sorgo não tiveram resultados satisfatórios na longevidade dos adultos e nos caracteres reprodutivos de *C. externa*, mesmo quando adicionadas de mel.

Palavras-chave: Crisopídeo, polinivoria, ecologia nutricional, caracteres biológicos e reprodutivos, controle biológico conservativo, controle biológico aumentativo.

GENERAL ABSTRACT

ANDRADE, Kandice de Alencar. **Natural ingestion of polens by *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), ingestion of pollinic diets and their effect in its biology in laboratory.** 2013. 77p. Dissertation (Master Science in Phytossanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Agricultural and florets crops must be protecting from the phytophagous pests, however, when it is possible, they be free from synthetic agrochemicals, due to their ecotoxicological impacts. Then, products and others alternatives methods to them have been applied or studied each more time to control these pests. In this context, the predator insects may play a fundamental role in the protection to these crops, since they constitute biotic mortality agent of many pests, that is, they compose a complex of natural enemies or biological control of them. Thus, the necessity to attract natural enemies of the pest to the agroecosystems becomes so important. The specie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), generally called of crisopids, is a natural enemy that present high reproductive potential, great capacity of searching of its preys, feeding voracity of its larvae and facility of rearing in the laboratory, which make them an excellent predator. This species is predator only in the larval stage and glicopollynivorous in the adult stage, feeding on pollen and nectar. In this context, aiming to give subsidies to conservation biological control, the chapter I have as the objectives to identify botanical families and/or species that provide pollen to adults of *C. externa* collected in a diversified agroecosystem, under organic management, and to evaluate if there is difference in the amount of pollen grains ingested between males and females. Pollen grains of 19 families of Angiosperms were ingested by the adults of *C. externa*, but the pollen of Poaceae was ingested in highest amount. The females of *C. externa* ingested more amounts of pollen grains than the males. The chapter II, aiming to give subsidies to augmentative biological control, have as objectives to evaluate the capacity of ingestion of industrial pollen grains of the Johnson grass [*Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) and sagebrush [*Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae)] by adults of *C. externa*, and is there is preference between these pollens in order to be included in artificial diets to its rearing in laboratory; and evaluate the effects of the provision of the pollinic diets on biology characters of adults of *C. externa* in controlled conditions of laboratory. The both pollen grains of the Johnson grass and sagebrush were ingested by the adults of *C. externa* and there is no preference between them. The diets constituted by pollen grains of the Johnson grass did not cause satisfactory results about the longevity of adults and the reproductive characters of the *C. externa*, either when honey was added.

Key Words: Green lacewing, pollinivory, nutritional ecology, biological and reproductive characters, conservation biological control, augmentative biological control.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em quatro áreas da Fazendinha Agroecológica Km 47 de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.....22

Tabela 2. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em pastagem orgânica de braquiária (*Brachiaria* sp., Poaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.....25

Tabela 3. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em área de cafeeiros orgânicos (*Coffea canephora* L., Rubiaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.....26

Tabela 4. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em área de milho orgânico (*Zea mays* L.; Poaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.27

Tabela 5. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em áreas de hortaliças orgânicas margeadas ou consorciadas com adubo verde na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.....28

Tabela 6. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de fêmeas e machos de *Chrysoperla externa* coletados nas quatro áreas da Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.30

CAPITULO II

Tabela 1. Longevidade da geração G1 de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), parâmetros reprodutivos das fêmeas e viabilidade dos ovos, em função da dieta ingerida ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.....54

Tabela 2. Período de pré-oviposição e viabilidade dos ovos produzidos por fêmeas da geração F2 de *Chrysoperla externa* em função da dieta ingerida ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.58

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1. (A) Asa de *Chrysoperla externa*, célula intramediana curta; (B) Gena vermelha (indicada pela seta) em *C. externa*. Fonte: (A) FREITAS; PENNY (2001); (B) FREITAS; MORALES (2009).....20

Figura 2. Fotomicrografias de estruturas reprodutivas em microscopia óptica (100x) encontradas no trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados na Fazendinha Agroecológica Km 47. 1. Poaceae, aspecto geral; 2. Apiaceae, vista equatorial; 3. Malpighiaceae, aspecto geral; 4. Sapindaceae, vista polar; 5. Asteraceae, vista polar; 6. Apocynaceae, vista polar; 7. Rubiaceae, vista polar; 8. Fabaceae, vista equatorial, abertura; 9. Pteridófito, vista equatorial do esporo monoete. 23

Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia óptica (100x) encontradas no trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados na Fazendinha Agroecológica Km 47. 1. Poaceae (*Zea mays*, milho), vista equatorial, corte óptico; 2. Poaceae (*Brachiaria* sp., capim-braquiária), vista equatorial, corte óptico; 3. Fabaceae (*Flemingia macrophylla*, flemingia), vista polar; 4. Rubiaceae (*Coffea canephora*, café), vista polar. 24

CAPITULO II

Figura 1. Croqui experimental. MP1 = um exemplar macho de *Chrysoperla externa* + pólen 1 (*Sorghum halepense*), MP2 = um exemplar macho de *C. externa* + pólen 2 (*Artemisia tridentata*), FP1 = um exemplar fêmea de *C. externa* + pólen 1, FP2 = um exemplar fêmea de *C. externa* + pólen 2.....45

Figura 2. Croqui experimental. A = levedo de cerveja + mel; B = pólen de sorgo (*Sorghum halepense*) + mel; C = pólen de sorgo (*S. halepense*); D = mel; E = levedo de cerveja.. 47

Figura 3. Fotomicrografia de grãos de pólen de *Sorghum halepense* (Poaceae) e *Artemisia tridentata* (Asteraceae) em microscopia óptica (100x): 1-3. *S. halepense*. 1. vista equatorial, corte óptico; 2-3. análise de L.O. (luz obscura); 4-5. *A. tridentata*, corte óptico. 4. vista polar; 5. vista equatorial.....49

Figura 4. Desenho esquemático para número de grãos de pólen (*Sorghum halepense* e *Artemisia tridentata*) ingeridos por *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.....50

Figura 5. Desenho esquemático para o número de grãos de pólen ingeridos por machos e fêmeas de *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ. 51

Figura 6. Desenho esquemático para o número de grãos de pólen ingeridos por *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Pólen 1 = *Sorghum halepense*. Pólen 2 = *Artemisia tridentata*. Seropédica, RJ.....52

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 3 |
| 2.1 Sistemática dos Crisopídeos..... | 3 |
| 2.2 Ocorrência de Crisopídeos em Agroecossistemas | 3 |
| 2.3 Biologia e Ecologia dos Crisopídeos | 3 |
| 2.4 Provisão de Flores no Controle Biológico Conservativo | 5 |
| 2.5 Influência de Dietas Glicopolínicas em Caracteres Biológicos de Insetos Predadores | 6 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 8 |
| CAPÍTULO I - INGESTÃO DE POLENS POR ADULTOS DE <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) COLETADOS EM AGROECOSSISTEMA ORGÂNICO DIVERSIFICADO | 14 |
| RESUMO | 15 |
| ABSTRACT | 16 |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 2.1 Coleta dos Adultos | 19 |
| 2.2 Identificação dos Adultos e Preparação para Acetólise | 20 |
| 2.3 Acetólise e Preparação Microscópica para Identificação dos Polens Ingeridos pelos Adultos | 20 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 3.1 Polens ingeridos por adultos de <i>C. externa</i> coletados em pastagem orgânica de braquiária | 25 |
| 3.2 Polens ingeridos por adultos de <i>C. externa</i> coletados em área com cafeeiros orgânicos | 26 |
| 3.3 Polens ingeridos por adultos de <i>C. externa</i> coletados em área com milho orgânico | 27 |
| 3.4 Polens ingeridos por adultos de <i>C. externa</i> coletados em áreas com hortaliças orgânicas margeadas ou consorciadas com adubos verdes | 28 |
| 3.5 Ingestão natural de grãos de pólen por machos e fêmeas de <i>C. externa</i> | 29 |
| 4 CONCLUSÕES | 32 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |

| | |
|--|----|
| CAPITULO II - INGESTÃO DE DIETAS POLÍNICAS E EFEITOS DA DIETA POLÍNICA PREFERIDA NA BIOLOGIA DE <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM LABORATÓRIO | 39 |
| RESUMO | 40 |
| ABSTRACT | 41 |
| 1 INTRODUÇÃO | 42 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 44 |
| 2.1 Criação de <i>Chrysoperla externa</i> em Laboratório | 44 |
| 2.2 Avaliação da Capacidade de Ingestão de Polens de Poaceae e Asteraceae por Adultos de <i>C. externa</i> | 44 |
| 2.3 Avaliação de Preferência entre Polens de Poaceae e Asteraceae por Adultos de <i>C. externa</i> | 46 |
| 2.4 Determinação de Caracteres Biológicos de <i>C. externa</i> Alimentada com Diferentes Dietas | 46 |
| 2.4.1 Caracteres biológicos avaliados | 47 |
| 2.4.1.1 Primeira geração (G1) | 47 |
| 2.4.1.2 Segunda geração (G2) | 48 |
| 2.4.2 Análise estatística | 48 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 49 |
| 3.1 Avaliação da Capacidade de Ingestão de Polens de <i>Sorghum halepense</i> (Poaceae) e <i>Artemisia tridentata</i> (Asteraceae) por Adultos de <i>C. externa</i> | 49 |
| 3.2 Avaliação da Preferência entre Polens de <i>Sorghum halepense</i> (Poaceae) e <i>Artemisia tridentata</i> (Asteraceae) por Adultos de <i>C. externa</i> | 51 |
| 3.3 Caracteres Biológicos de <i>C. externa</i> Alimentada com Diferentes Dietas | 52 |
| 3.3.1 Primeira geração (G1) | 52 |
| 3.3.2 Segunda geração (G2) | 57 |
| 4 CONCLUSÕES | 60 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na tentativa de obter melhor qualidade de vida, a humanidade tem se preocupado nos últimos anos com a segurança alimentar e conservação do meio ambiente. Como resultado, o setor agropecuário busca tecnologias para implantar sistemas de produção de base ecológica, e que também tenha rentabilidade, com objetivo de ter uma agricultura sustentável (AGUIAR-MENEZES, 2006; AGUIAR-MENEZES et al., 2008).

A pesquisa científica vem cada vez mais avançando no desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura ambientalmente segura, incentivando o uso de processos biológicos naturais e reduzindo os agroquímicos (GLIESSMAN, 2001; AQUINO; ASSIS, 2005; AGUIAR-MENEZES, 2006).

A sociedade tem exigido cada vez mais que os produtos comestíveis sejam produzidos com o uso mínimo de inseticidas, particularmente os orgânicos sintéticos. Esse é um dos motivos pelos quais o controle biológico é hoje uma técnica de controle de pragas amplamente divulgada e colocada como prática alternativa aos inseticidas (FREITAS, 2001).

O controle biológico se constitui em um processo biológico natural de regulação da densidade populacional das pragas pelos predadores, parasitoides ou entomopatógenos, conhecidos como inimigos naturais (ALVES, 1998; PARRA et al., 2002). Basicamente, existem três estratégias de controle biológico de pragas: clássico, aumentativo e conservativo (AGUIAR-MENEZES, 2006).

Vários estudos vêm demonstrando que os predadores têm potencial para serem utilizados em programas de controle biológico. Entre eles, os insetos da família Chrysopidae (Neuroptera), coloquialmente denominados de crisopídeos, se sobressaem por apresentarem espécies que ocupam os mais variados agroecossistemas e nichos ecológicos. Sendo assim, estes têm despertado a atenção dos entomólogos, de forma que algumas espécies encontram-se relativamente bem estudadas (CANARD et al., 1984; McEWEN et al., 2001; TAUBER et al., 2003). Essa plasticidade ecológica justifica estudos mais aprofundados para viabilização da produção e difusão da tecnologia de criação “massal” desses predadores em laboratórios especializados, e, por fim, do uso dos mesmos no controle biológico aumentativo.

Chrysoperla externa (Hagen) é uma espécie de crisopídeo que apresenta ampla distribuição geográfica e é nativo da Região Neotropical (ALBUQUERQUE et al., 1994). Por apresentar características comuns com *Chrysoperla carnea* (Stephens), a qual já é empregada na supressão de pragas agrícolas na América do Norte, Europa e alguns países da Ásia, *C. externa* destaca-se como excelente candidato em programas de controle biológico nos agroecossistemas brasileiros (ALBUQUERQUE et al., 1994).

Enquanto as larvas de *C. externa* predam várias espécies de artrópodes fitófagos, na fase adulta alimentam-se de pólen, néctar e honeydew de insetos para sua sobrevivência, desenvolvimento e reprodução (COSTA et al., 2003; VILLENAVE et al., 2006). Os artrópodes que são presas das larvas de *C. externa* são de tamanho pequeno e de tegumento facilmente perfurável como pulgões, moscas-brancas, psilídeos, cochonilhas, tripes, cigarrinhas, ácaros, ovos e pequenas larvas de lepidópteros e coleópteros (CARVALHO; SOUZA, 2009). Portanto, a identificação de plantas que são usadas pelos adultos de *C. externa* na obtenção desses recursos florais é muito importante para que sejam incluídas em agroecossistemas como forma de atrair esses predadores para os locais de cultivo, conforme salientado por Medeiros (2007), possibilitando empreender o controle biológico conservativo. No entanto, a compreensão da bioecologia do inseto é indispensável para desenvolver este

método, visto que a colonização dos agroecossistemas pelos inimigos naturais das pragas agrícolas depende da diversidade de plantas e estrutura da paisagem (HASLETT, 2001).

Após a identificação de habitats favoráveis, torna-se possível a seleção de algumas plantas atrativas que podem ser de interesse para gestão da paisagem visando o controle biológico conservativo. A investigação do forrageamento dos crisopídeos é válida para compreensão da necessidade do recurso floral (CLERGUE et al., 2004).

Portanto, visando fornecer subsídios para o controle biológico conservativo e aumentativo, este estudo foi desenvolvido com os seguintes objetivos: identificar as famílias e/ou espécies botânicas provedoras de grãos de pólen para adultos de *C. externa* coletados num agroecossistema diversificado sob manejo orgânico, e avaliar se há diferença na quantidade de grãos de pólen ingeridos entre machos e fêmeas; avaliar a capacidade de ingestão de grãos de polens industrial de *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) e *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) por adultos de *C. externa* e se há preferência entre esses pólenes para que possam ser incluídos em dietas artificiais para sua criação em laboratório; e avaliar os efeitos da oferta de dietas polínicas sobre parâmetros biológicos de adultos de *C. externa* em condições controladas de laboratório.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemática dos Crisopídeos

Os crisopídeos são insetos da família Chrysopidae, a qual é a segunda maior família da ordem Neuroptera, com aproximadamente 1200 espécies, ficando atrás de Myrmeleontidae com cerca de 2100 espécies. Os crisopídeos estão divididos em três subfamílias: Nothochrysinæ, Apochrysinæ e Chrysopinæ, esta última com 97% das espécies conhecidas (TAUBER et al., 2003). Apresentam muitos táxons não descritos e outros com inadequada descrição, constituindo um grupo muito confuso do ponto de vista taxonômico. Há necessidade de uma revisão taxonômica dessa família, visto que a classificação atual é baseada apenas em caracteres morfológicos como coloração de adultos e venação das asas (NEW, 1984).

2.2 Ocorrência de Crisopídeos em Agroecossistemas

Os neurópteros vivem em habitats diversos, mas a maioria das espécies é predominantemente arbórea. Podem ser encontrados desde o nível do mar até altitudes de 1900 metros (PENNY, 2002). Em floresta, a ação do vento é extremamente danosa, prejudicando o voo lento dos neurópteros, que ficam sujeitos à dispersão involuntária (STELZL; DEVETAK, 1999).

São poucas as espécies de neurópteros que apresentam preferência por vegetação herbácea (STELZL; DEVETAK, 1999; DUELLI, 2001). No entanto, os neurópteros, devido ao seu potencial de colonizar ambientes agrícolas, apresentam grande importância para agricultura (DUELLI, 2001).

De acordo com Adams; Penny, 1985, citado por Souza; Carvalho, 2002, a presença de Chrysopidae nos agroecossistemas está condicionada aos fatores bióticos e abióticos e o fator climático pode afetar significativamente sua abundância sazonal.

A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) é a dominante no Brasil e em outros países da América do Sul e Central, sendo encontrados facilmente em ambientes abertos como campos e pastagens e em culturas arbustivas (ALBUQUERQUE et al., 1994; PENNY, 2002). Pode ser encontrada em várias culturas agrícolas em diferentes meses do ano, mas tem preferência por gramíneas (Poaceae), pois estas apresentam grande quantidade de pólen. Também buscam alimento em gramíneas invasoras que constituem a cobertura verde do solo em ambientes agrícolas (FREITAS; FERNANDES, 1996).

2.3 Biologia e Ecologia dos Crisopídeos

Os crisopídeos são insetos holometábolos, ou seja, têm metamorfose completa (ovo, larva, pupa e adulto). Dessa forma, as larvas e adultos exploram nichos ecológicos distintos, o que confere grande vantagem evolucionária (FREITAS, 2001).

Geralmente a proporção sexual é de uma fêmea para um macho. Poucos dias após a emergência ocorre o acasalamento. *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) copula dois dias depois de ter emergido (BURKE; MARTIN, 1956). A oviposição inicia logo após o acasalamento, podendo ser influenciada pelo estado fisiológico do inseto, bem como por fatores ambientais.

De acordo com Principi (1949), geralmente uma cópula é necessária para fertilizar todos os ovos colocados por *Chrysopa formosa* Brauer. Fêmeas de *C. externa* apresentaram menor fecundidade quando separadas do macho por dez dias após o acasalamento em relação àquelas mantidas com o macho permanentemente (RIBEIRO; CARVALHO, 1991).

A oviposição pode ocorrer em fragmentos de galhos, pedras, paredes ou em outro local em que a fêmea pousar. Sendo assim, os ovos podem ser encontrados em plantas com altos ou baixos índices de infestação de presas (FLESHNER, 1950; DUELLI, 1987). Segundo Salamanca (2013), ao estudar o comportamento de oviposição de *C. externa*, mostrou que a presença do afídeo *Macrosiphum euphorbiae* em roseiras tem efeito significativo no número de ovos colocados por *C. externa*, concluindo que as fêmeas do crisopídeo colocam seus ovos, preferencialmente em plantas onde haja infestação de presas para sua prole.

Os ovos dos crisopídeos são esféricos, variando o tamanho entre 0,7 a 2,3 mm. Estes são colocados na extremidade de um pedicelo com tamanho entre 2 e 26 mm. O córion é esculpado e apresenta a micrópila na extremidade distal (GEPP, 1984). Inicialmente a coloração varia do amarelado ao verde-azulado, escurecendo à medida que o embrião se desenvolve (FREITAS, 2001).

De acordo com Kuznetsova (1969), a duração do desenvolvimento embrionário está diretamente ligada à variação da temperatura. Aun (1986) e Ribeiro (1988) demonstraram que ovos de *C. externa* em temperaturas de 25 e 30°C levaram 3,3 e 4,3 dias, respectivamente, para dar origem a larvas.

As larvas de *Chrysoperla* Steinmann se alimentam de insetos e ácaros, enquanto os adultos alimentam-se principalmente de substâncias de origem vegetal (néctar e pólen), mas também de “honeydew”, ou seja, do líquido açucarado eliminado por determinados insetos, particularmente das subordens Sternorrhyncha (como pulgões, cochonilhas e psílídeos) e Auchenorrhyncha (cigarrinhas e cigarras), sendo composto particularmente por açúcares, como frutose, glicose e sacarose) (PRINCIPI; CANARD, 1984; STELZL, 1991; BOZSIK, 1992).

São conhecidos no Brasil como bichos-lixeiros devido ao comportamento de suas larvas em carregarem detritos em seu dorso. Esse comportamento permite estarem protegidas contra o ataque dos seus próprios inimigos naturais por meio de camuflagem ou como escudo protetor, embora esta característica não seja compartilhada por todas as espécies dessa família (ADAMS; PENNY, 1985). As larvas utilizam vários materiais para fazer o escudo protetor, como exoesqueletos de suas presas, exúvia de artrópodes, ceras de insetos, pedaços de líquens, teias de aranha e outras partículas semelhantes (SMITH, 1926; CANARD; VOLKOVICH, 2001).

O estágio larval possui três instares, cuja duração depende da temperatura e do alimento. A larva é campodeiforme, com corpo fusiforme e pernas ambulatórias bem desenvolvidas dando-lhe movimentos rápidos e, conseqüentemente, grande capacidade de procura de alimento. A coloração do tórax e abdome varia de acordo com a espécie, assim como o número, tamanho e distribuição das cerdas. Larvas de *Chrysoperla* possuem poucas e pequenas cerdas, enquanto que as dos gêneros *Ceraeochrysa* Adams e *Leucochrysa* McLachlan apresentam muitas cerdas grandes (FREITAS, 2001).

As presas das larvas e dos poucos adultos predadores são artrópodes pequenos, relativamente imóveis e com tegumento macio para poderem ser facilmente perfurados por suas peças bucais (NEW, 1975; CARVALHO; SOUZA, 2009).

Entre as presas mais comuns dos crisopídeos estão os ácaros (Tetranychidae e Eriophyidae), diversos insetos como hemípteros das subordens Sternorrhyncha (cochonilhas das famílias Coccidae, Monophlebidae, Pseudococcidae, Euriococcidae e Diaspididae, pulgões de quase todas as famílias, moscas brancas e psílídeos) e Auchenorrhyncha (cigarrinhas das famílias Cercopidae, Cicadellidae, Membracidae e Fulgoridae), ovos e larvas

pequenas de lepidópteros (Noctuidae, Pieridae, Plutellidae, Pyralidae, Tortricidae e Yponomeutidae), psocópteros (Psocidae) e tisanópteros (tripes). Com menos frequência, ingerem ovos e larvas pequenas de dípteros, besouros, himenópteros e outros neurópteros. Raramente larvas grandes e adultos de todos esses insetos são predados, assim como aranhas e cupins (KILLINGTON, 1936; PRINCIPI; CANARD, 1984; CANARD, 2001).

Albuquerque et al. (2001) registraram que as presas potenciais de *C. externa* são ácaros, cochonilhas, pulgões, moscas-brancas e ovos e larvas de lepidópteros, todos estes causadores de danos em diversas culturas.

A larva de terceiro instar tece um casulo esférico que é constituído de fios de seda produzidos nos tubos de Malpighi e excretados pelo ânus (GEPP, 1984). No casulo a larva passa para a fase de pré-pupa, período em que sofre histogênese e organogênese e se transforma em pupa. Alguns dias depois, se transforma em adulto farato ou pupa móvel, pois rompe o casulo com as mandíbulas fazendo um orifício circular, no entanto nessa ocasião não têm as asas expandidas. Após deixar o invólucro pupal, passa pela última ecdise, surgindo o adulto completamente formado. De acordo com Principi e Canard (1984), a fase de farato é breve, pois o inseto poderá morrer por inanição.

Os adultos dos crisopídeos são insetos atraentes e delicados, de tamanho médio, com dois pares de asas membranosas com muitas nervuras, olhos grandes e antenas filiformes longas, às vezes maiores que as asas (BROOKS; BARNARD, 1990). De acordo com Albuquerque (2009), a maioria das espécies tem coloração verde e as demais são de coloração castanha-escura ou avermelhada.

2.4 Provisão de Flores no Controle Biológico Conservativo

Para aumentar a conservação e multiplicação dos predadores dentro dos sistemas de produção são necessárias plantas que apresentam suas estruturas reprodutivas visíveis (plantas fanerógamas). Muitas famílias de insetos predadores, além de suas presas, necessitam de uma suplementação nutricional visando a manutenção do metabolismo e o desenvolvimento gamético, como por exemplo, Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera) e Syrphidae (Diptera), os quais utilizam o pólen como fonte de proteínas e o néctar como fonte de carboidratos (GROSSMAN; QUARLES, 1993).

Desde a década de 60, trabalhos de Leius (1960, 1967) mostram que parasitoides e predadores usam pólen e néctar de plantas silvestres como fonte de alimento para um melhor desenvolvimento, reprodução e sobrevivência (LANDIS et al., 2000). Telenga (1958) registrou que fêmeas do parasitoide *Cotesia glomerata* L. (Hymenoptera: Braconidae) produziam maior número de ovos quando a mostarda silvestre (*Brassica* sp., Brassicaceae) estava presente ao redor dos cultivos de crucíferas comerciais, resultando num aumento de 10% para 60% da taxa de parasitismo sobre as lagartas.

Os inimigos naturais precisam de um ecossistema que garanta sua sobrevivência por meio da diversificação de plantas, pois eles se alimentam principalmente de néctar e pólen (NEW, 1988; STELZL; DEVETAK, 1999; LANDIS et al., 2000; GURR et al., 2003).

A riqueza e a densidade dos crisopídeos dependem, além da disponibilidade de presas, da composição de plantas próximas aos cultivos. A riqueza desses insetos foi evidenciada em plantios de fava (*Vicia faba* subsp. major L., Fabaceae) margeados por vegetação nativa quando comparados aos plantios margeados por hortaliças e outras plantas de porte herbáceo (MIGNON et al., 2003).

Os inimigos naturais se beneficiam ao se alimentarem do pólen e/ou néctar de espécies de Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae e Polygonaceae, que são as mais atrativas para os insetos predadores e parasitoides (ALTIERI et al., 2003; FIEDLER et al., 2008). Sendo assim, a presença de alguns tipos de flores nos sistemas de produção permite

que recursos vitais melhorem a eficácia de insetos predadores por aumentarem sua sobrevivência, fecundidade, longevidade, tempo de retenção e imigração, contribuindo para o sucesso do agente de controle biológico (HAGEN, 1962; HODEK, 1967; BUGG; WILSON, 1989; MAINGAY et al., 1991; COWGILL et al., 1993; LANDIS et al., 2000; ALTIERI et al., 2003; AGUIAR-MENEZES, 2004).

As plantas que fornecem flores para os inimigos naturais necessitam ocupar apenas uma pequena parte da área total destinada ao cultivo comercial para que o controle seja efetivo (GROSSMAN; QUARLES, 1993; CHANEY, 1998).

Medeiros (2007) encontrou um total de 11353 grãos de pólen pertencentes a 21 famílias botânicas em 45 adultos de *C. externa*. A família Poaceae predominou em frequência de ocorrência e em número total de grãos.

Na Argentina, os resultados de uma pesquisa permitiram demonstrar que 647 exemplares do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) se alimentaram de 2404 grãos de pólen pertencentes a quatro famílias botânicas, com 37 tipos de pólen. A quantidade de pólen encontrada reflete a natureza herbívora do inseto (CUADRADO; GARRALLA, 2002).

A presença de flores no agroecossistema não garante que os inimigos naturais tenham acesso ao pólen e néctar, pois é necessário que estas sejam atrativas e que os insetos tenham acessibilidade ao recurso floral. Portanto, o estudo de plantas que são usadas pelos inimigos naturais é de grande importância para a conservação destes no agroecossistema (WÄCKERS, 2004).

A importância da análise do tipo de pólen está na identificação de plantas que são usadas pelos inimigos naturais na obtenção do alimento, para que estas sejam incluídas em agroecossistemas como forma de atrair estes insetos benéficos para os locais de cultivo. As espécies preferidas pelos predadores podem ser aquelas a serem escolhidas para diversificar o ambiente (MEDEIROS, 2007).

2.5 Influência de Dietas Glicopolínicas em Caracteres Biológicos de Insetos Predadores

As flores são indispensáveis para os adultos de crisopídeos, pois as fêmeas dependem de pólen e néctar para maturação dos ovos (WRATTEN et al., 2003). Fêmeas de *C. externa* alimentadas com pólen de guandu (*Cajanus cajan* L., Fabaceae) e mel e com pólen de crotalária (*Crotalaria juncea* L., Fabaceae) e mel tiveram crescimento superior ao das alimentadas com pólen de mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) e mel. As fêmeas que se alimentaram apenas de pólen de crotalária ou mel não ovipositaram (VENZON et al., 2006).

Os crisopídeos adultos necessitam ingerir proteínas para garantir boa fecundidade. Ribeiro (1988) demonstrou que *C. externa* alimentada com dieta composta de levedo de cerveja e mel produziu 2273 ovos com viabilidade de 95,4%, enquanto Aun (1986) concluiu que quando alimentados com Sojinha e mel, a produção foi de 1139 ovos e com *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) foi de 714 ovos. Populações F1 de *C. externa* alimentadas com sete tipos diferentes de dietas obtiveram variação na capacidade de postura de 40 a 800 ovos por fêmea (CAÑEDO; LIZARRAGA, 1989).

A dieta constituída por pólen de capim-elefante, *Pennisetum purpureum* (Schumach.) (Poaceae), permitiu o completo desenvolvimento das larvas de *C. externa*, com uma duração média de 6,9 dias para aquelas de 1º e 2º instar e de 10 dias para aquelas de 3º instar. Os adultos tiveram uma boa capacidade reprodutiva quando adicionado mel ao pólen dessa gramínea (OLIVEIRA et al., 2010).

As larvas de 2º instar de *C. externa* sobreviveram por mais tempo na presença de néctar floral de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) e néctar extrafloral de

mamona do que na ausência destes. Adultos fêmeas e machos desse crisopídeo apresentaram maior longevidade quando foi ofertado néctar de trigo mourisco e pólen de crotalária em conjunto, do que quando foram oferecidos separadamente (ROSADO, 2007).

Patt et al. (2003) demonstraram que dietas com pólen e sucrose reduzem o tempo de desenvolvimento das larvas de *C. carnea* e geram adultos de maior tamanho.

Adultos de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) produziram ovos férteis quando as larvas foram alimentadas com pólen de várias espécies botânicas incluindo o milho (*Zea mays* L., Poaceae). Por outro lado, larvas deste mesmo inseto não atingiram a fase adulta quando se alimentaram de pólen de *Pinus resinosa* Ait. (Pinaceae), concluindo que se trata de uma dieta inadequada para o desenvolvimento desse coccinélídeo (SMITH, 1960).

Grafton-Cardwell et al. (1999) demonstraram que os pólenes das leguminosas: *Vicia faba* L. (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), e *Trifolium pratense* L. (trevo vermelho) proporcionaram altas taxas de sobrevivência (54,1 a 88,0%) e de fecundidade (8,47 a 17,36 ovos/fêmea) nas fêmeas do ácaro predador de *Euseius tularensis* (Congdon) (Acarina: Phytoseiidae).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P.A.; PENNY, N.D. Neuroptera of the Amazon Basin II. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, v. 15, n. 3/4, p. 413-479, 1985.

AGUIAR-MENEZES, E.L. Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. **Campos & Negócio**, v. 4, n. 42, p. 66-67, 2006.

AGUIAR-MENEZES, E.L. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 177).

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

ALBUQUERQUE, G.S. Chrysopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J. R. P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 969-1022.

ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (eds.). **Lacewings in the crop environment**. New York: Cambridge University Press, 2001. Chap. 21, p. 408-423.

ALBUQUERQUE, G.S., TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, n. 2, p. 8-13, 1994

ALTIERI, M.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.

ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.

AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia, princípio e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.

AUN, V. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1986. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

BOZSIK, A. Natural adult food of some important *Chrysopa* species (Plannipennia: Chrysopidae). **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v. 27, n. 1-4, p. 141–146, 1992.

BROOKS, S.J.; BARNARD, P.C. The green lacewings of the word: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History**, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

BUGG, R.L.; WILSON, T. *Ammi visnaga* (L.) Lamark (Apiaceae): associated beneficial insects and implications for biological control, with emphasis on the bell-pepper agroecosystem. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 6, p. 241-268, 1989.

BURKE, H.B.; MARTIN, D.F. The biology of three chrysopids predators of the cotton aphid. **Journal of Economic Entomology**, v. 49, p. 698-700, 1956.

CAÑEDO, D.V.; LIZARRAGA, A. Dietas artificiales para la crianza en laboratorio de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuropetra, Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 31, p. 83-85, 1989.

CANARD, M. Natural food and feeding habits of lacewings. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 116-129.

CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. 294p. (Series Entomologica, 27).

CANARD, M.; VOLKOVICH, T.A. Outlines of lacewing development. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 130-153.

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

CHANEY, W.E. Biological control of aphids in lettuce using in-field insectaries. In: PICKETT, C. H.; BUGG, R.L. (ed.). **Enhancing biological control, habitat management to promote natural enemies of agricultural pests**. Berkeley: University of California Press, 1998. p. 73-85.

CLERGUE, B.; AMIAUD, B.; PLANTUREUX, S. Evaluation de la biodiversité par dès indicateurs agri-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole. In: SÉMINAIRE 2004 DE L'ECOLE DOCTORALE RP2E, Nancy. 2004. p. 56-63.

COSTA, R.I.F.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; LORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27 (edição especial), p. 1539-1545, 2003.

COWGILL, S.E.; WRATTEN, S.D.; SOTHERTON, N.W. The selective use of floral resources by the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on farmland. **Annals of Applied Biology**, v. 122, p. 223-231, 1993.

CUADRADO, G.A.; GARRALLA, S.S. Plantas alimenticias alternativas del picudo del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.) (Coleoptera: Cuculionidae) em la Provincia de Formosa. Argentina: analisis palinologico del tracto digestivo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 245-255. 2002.

- DUELLI, P. Influence of food on the oviposition site selection in a predatory and honeydew-feeding lacewing species (Planipennia: Chrysopidae). **Neuroptera International**, v. 4: 205-210, 1987.
- DUELLI, P. Lacewings in field crops. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (eds.). **Lacewings in the crop environment**. New York: Cambridge University Press, 2001. Chap. 8, p. 158-171.
- FIEDLER, A.K.; LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. **Biological Control**, v. 45, n. 2, p. 254-271, 2008.
- FLESHNER, C.A. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. **Hilgardia**, v. 20, p. 233-265, 1950.
- FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. São Paulo: FUNEP, 2001. 66p.
- FREITAS, S.; FERNANDES, O.A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., Foz do Iguaçu, 1996. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. p. 183-293 (conferências e palestras).
- GEPP, J. Morphology and anatomy of preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. (Series Entomologica, 27). p. 9-19.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653p.
- GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multifunction agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, v.4, n.2, p.107-116, 2003.
- 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**, v. 16, p. 73-80, 1999.
- GROSSMAN, J.; QUARLES, W. Strip intercropping for biological control. **The IPM Practitioner**, v. 15, p. 1-11, 1993.
- HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 7, p. 289-326, 1962.
- HASLETT, J.R. Biodiversity and conservation of Diptera in heterogeneous land mosaics: a fly's eye view. **Journal of Insect Conservation**, v. 5, p. 71-75, 2001.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 12, p. 76-104, 1967.
- KILLINGTON, F.J. **A monograph of the British Neuroptera**. London: Ray Society, 1936. v. 1, 269p.

KUZNETSOVA, Y.I. The effects of temperature and humidity of the air on *Chrysopa carnea* Stephens (Neuroptera, Chrysopidae). **Zoologicheskyy Zhurnal**, v. 49, p. 1349-1357, 1969.

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**, v. 92, p. 369-376, 1960.

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

MAINGAY, H.M.; BUGG, R.L.; CARSON, R.W.; DAVIDSON, N.A. Predatory and parasitic wasps (Hymenoptera) feeding at flowers of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *dulce* Battandier (Trabut), Apiaceae) and spearmint (*Mentha spicata* L. Lamiaceae) in Massachusetts. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 7, p. 363-383, 1991.

McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University press, 2001. 546 p.

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

MIGNON, J.; COLIGNON, P.; HAUBRUGE, E.; FRANCIS, F. Effect des bordures de champs sur les populations de chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) en cultures maraîchères. **Phytoprotection**, v. 84, n. 2, p. 121-128, 2003.

NEW, T.R. Chrysopidae: ecology on field crops. In: CANARD, M.; SEMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. (Series Entomologica, 27). p. 160-167.

NEW, T.R. Neuroptera. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (eds.). **Aphids, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. v. 2B, p.249-258.

NEW, T.R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v. 127, p. 115-140, 1975.

OLIVEIRA, S.A.; SOUZA, B.; AUAD, A. M.; CARVALHO, C.A. Can larval lacewings *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) be reared on pollen? **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 697-700, 2010.

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. 635p.

PATT, J.M., WAINRIGHT, S.C., HAMILTON, G.C., WHITTINGHILL, D., BOSLEY, K., DIETRICK, J.; LASHOMB, J.H. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar

by a predaceous larva and its effects on growth and development. **Ecological Entomology**, v. 28, n. 6, p. 717-728, 2003.

PENNY, N.D. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 53, n. 12, p. 161-457, 2002.

PRINCIPI, M.M. Contributi allo studio dei Neurotteri Italiani. VIII, Morfologia, anatomia e funzionamento degli apparati genitali nel gen. *Chrysopa* Leach (*Chrysopa septempunctata* Wesm. e *C. formosa* Brauer). **Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Università di Bologna**, v. 17, p. 316-362, 1949.

PRINCIPI, M.M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. (Series Entomologica, 27). p. 76-92.

RIBEIRO, M.J. **Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas**. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitossanidade) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento. **Revista Brasileira Entomologia**, v. 35, p. 423-427, 1991.

ROSADO, M.C. **Plantas favoráveis a agentes de controle biológico**. 2007. 59f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SALAMANCA, J.B. **Influência da Interação Roseira – Coentro (*Coriandrum sativum*) – Pulgão (*Macrosiphum euphorbiae*) (Aphididae) no Comportamento de *Chrysoperla externa* (Chrysopidae)**. 2013. 94 p. (Dissertação em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

SMITH, R.C. The trash-carrying habit of certain lacewing larvae. **Scientific Monthly**, v. 23 p. 263-267, 1926.

SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Populations dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in southern Brazil. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, Budapest, v. 48, p. 301-310, 2002.

STELZL, M. Untersuchungen zu nahrungsspektren mitteleuropäischer Neuropteren imagines (Neuropteroidea, Insecta) mit einer diskussion über deren nützlichkeit als opponenten von pflanzenschädlingen. **Journal of Applied Entomology**, v. 111, p. 469–477, 1991.

STELZL, M.; DEVETAK, D. Neuroptera in agricultural ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1/3, p. 305-321, 1999.

TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J.; ALBUQUERQUE, G.S. Neuroptera (lacewings, antlions). In: RESH, V.H.; CARDÉ, R. (eds.). **Encyclopedia of insects**. San Diego: Academic, 2003. p. 785-798.

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, 1958. **Report of the Soviet Delagation**, Moscow, p. 1-15.

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**, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

VILLENAVE, J., DEUTSCH, B., LODÉ, T.; RAT-MORRIS, E. Pollen choice by the *Chrysoperla* species (Neuroptera: Chrysopidae) occurring in the crop environment of western France. **European Journal of Entomology**, v. 103, n. 4, p. 771-777, 2006.

WÄCKERS, F.L. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. **Biological Control**, v. 29, p. 307-314, 2004.

WRATTEN, S.D., BOWIE, M.H., HICKMAN, J.M., EVANS, A.M., SEDCOLE, J.R.; TYLIANAKIS, J.M. Field boundaries as barriers to movement of hover flies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land. **Oecologia**, v. 134, p. 605-611, 2003.

CAPITULO I

INGESTÃO DE POLENS POR ADULTOS DE *Chrysoperla externa* (Hagen) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) COLETADOS EM AGROECOSSISTEMA ORGÂNICO DIVERSIFICADO

RESUMO

As larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) predam insetos e ácaros nos agroecossistemas, portanto, regulando a população dessas pragas; mas na fase adulta, se alimenta principalmente de substâncias vegetais como pólen e néctar. Nos estudos sobre forrageamento de predadores com esse tipo de hábito alimentar, torna-se premente a compreensão da necessidade floral desses insetos e identificar plantas atraentes que podem ser de interesse na gestão da paisagem visando o controle biológico conservativo. Nesse contexto, este estudo objetivou identificar espécies botânicas provedoras de pólen para adultos de *C. externa* em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico, e avaliar se há diferença na quantidade de grãos de pólen ingeridos entre machos e fêmeas. As coletas dos adultos de crisopídeos foram realizadas na Fazendinha Agroecológica km 47, Seropédica-RJ, em quatro áreas com culturas agrícolas: cafeeiro [(*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. *kouilouensis* De Wild (Conilon) (Rubiaceae)], pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria* sp.) (Poaceae), milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e uma diversidade de hortaliças margeadas por adubos verdes [numa margem por *Gliricidia sepium* (Jacq.) e numa outra por *Cajanus cajan* (L. Millsp.)]. Posteriormente, esse cultivo de hortaliças foi substituído por canteiros cultivados com alface (*Lactuca sativa* L.) (Asteraceae) em consórcio com adubo verde *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (Fabaceae). Ao longo de seis meses foram realizadas coletas na área das hortaliças orgânicas, e os outros sete meses na área com consórcio alface-flemingia. Após a colheita da alface, este foi substituído pelo milho, mantendo-se as coletas até o final do período das mesmas. Após a colheita do milho a área foi cultivada com capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) (Poaceae), onde três coletas foram efetuadas. As coletas de crisopídeos foram feitas com rede entomológica, obtendo-se um total de 520 exemplares de *C. externa* durante 13 meses. Esses adultos foram mortos por congelamento em freezer, retirados asas, pernas e antenas, ficando apenas a cabeça, tórax e abdomen e posteriormente levados ao laboratório de Palinologia onde foram submetidos ao processo da acetólise com o objetivo de destruir o conteúdo citoplasmático dos grãos de pólen e, assim, permitir a análise e identificação sob microscópio de luz. Com essa metodologia procurou-se recuperar os polens do trato digestivo dos crisopídeos. Foi encontrado um total de 37.441 grãos de pólen de 19 famílias de Angiospermae: Amaranthaceae, Apiaceae, Apocynaceae, Aquifoliaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Poaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, Sapindaceae e Sterculiaceae, além de 16 esporos de Pteridophyta. Não foi possível identificar a origem botânica de 836 grãos de pólen. Dentre os pólen reconhecidos, os de Poaceae dominaram tanto na frequência de ocorrência (87,5%) como na quantidade, sendo consumidos em todos os meses de coletas. Fêmeas e machos ingeriram, respectivamente, 71,9% e 28,1% do total de grãos de pólen de angiosperma ($n = 38.239$) recuperados dos adultos cujo sexo foi possível identificar. De todas as famílias de Angiospermae, grãos de pólen de Poaceae e Malpighiaceae foram os únicos obtidos tanto de fêmeas quanto de machos de *C. externa* nas quatro áreas de coleta. O maior número de grãos de pólen de Poaceae foi obtido das fêmeas (72,1% do total de grãos de pólen dessa família recuperados de fêmeas + machos). Portanto, fêmeas de *C. externa* necessitam mais desse recurso alimentar que os machos e, assim, seria interessante fazer um planejamento para diversificar o agroecossistema, incluindo as gramíneas (Poaceae) cultivadas ou silvestres dentro ou no entorno das áreas cultivadas para auxiliar na conservação desse crisopídeo.

Palavras-chave: Crisopídeo, polinivoria, comportamento alimentar, controle biológico conservativo.

ABSTRACT

The larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) preying insects and mites on the agroecosystems, regulating the population of this pests, but on the adult stage, it feeds mainly on botanical substances such as pollen and nectar. In the study about foraging of predators with this type of feeding behavior, it was very important the comprehension of floral requirements of these insects and the identification the attractant plants which may be of interest in the landscape management aiming the conservation biological control. In this context, this study aimed to identify botanical species that provide pollen to adults of *C. externa* at a diversified organic agroecosystem, and to evaluate if there is difference in the amount of pollen grains ingested between males and females. The collection of green lacewing adults were performed at the Fazendinha Agroecológica km 47, Seropédica-RJ (Brazil), in four areas with agricultural crops: coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. *kouilouensis* De Wild (Conilon) (Rubiaceae), signalgrass (*Brachiaria* sp.) (Poaceae), maize or corn (*Zea mays* L.) (Poaceae), and a diversity of vegetable crops, border with green manure [a border with *Gliricidia sepium* (Jacq.) and another border with *Cajanus cajan* (L. Millsp.)], and posteriorly this area was substituted by an area with rows cultivated with lettuce (*Lactuca sativa* L.) (Asteraceae) intercropping with the green manure *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (Fabaceae). Six months of collection were performed at the organic vegetable crops, and the other six months in the area with intercropped lettuce-legume. After the harvest of the lettuce, it was replaced by maize, maintained the collections until the end of the period of them. While in the maize area, after its harvest, the area was cultivated with elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) (Poaceae), where three collections were performed. The collections of *C. externa* were performed with entomological net, obtained a total of 520 adults during 13 months. Theses adults were died by freezing, dismember, keeping only the head, thorax and abdomen, and posteriorly take to the laboratory of Palynology where they were submitted to acetolysis process with the aim to destroy the citoplasmatic content of pollen grains and so to allow the analyses and identification under optical microscope. With this methodology, it was tried to recover the pollen from the gut probably ingested by them. It was found a total of 37.441 pollen grains belonged to 19 family of Angiospermae: Amaranthaceae, Apiaceae, Apocynaceae, Aquifoliaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Poaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, and Sapindaceae, Sterculiaceae, besides 16 spores of Pteridophyta. It was not possible to identify the botanical origin of 836 pollen grains. Among the recognized pollen grains, those to the family Poaceae dominated in frequency of occurrence as well as the amount found, because they were present in all moths of collections, and 87.5% of the pollens analyzed belonged to this family. Females and males ingested, respectively, 71.9% e 28.1% of the total of the Angiospermae pollen grains (n = 38.239) recovered from the adults whose sex was possible to be identified. From all families of Angiospermae, pollen grains of Poaceae and Malpighiaceae were the unique obtained in females and males of *C. externa* on the four areas of collections, and the greater number of pollen grains of Poaceae was obtained from females (72.1% of the total pollen grains of this family recovered from females + males). Then, females of *C. externa* requires more of this feeding resource than its males, and so, it will be interesting to made a plan to diversify the agroecosystem, including the grass (Poaceae) cultivated or wild within or around the cultivated areas in order to contribute in the conservation of this green lacewing.

Key Words: Green lacewing, pollinivory, feeding behavior, conservation biological control.

1 INTRODUÇÃO

Culturas agrícolas e florestais devem estar protegidas das pragas fitófagas, porém, dentro do possível, devem estar livres de agroquímicos sintéticos devido aos seus impactos ecotoxicológicos. Por isso, produtos e outros métodos alternativos a esses vêm sendo aplicados ou estudados cada vez mais para o controle dessas pragas. Nesse contexto, os insetos predadores podem desempenhar um papel fundamental na proteção dessas culturas, visto constituírem agentes de mortalidade biótica de muitas pragas, ou seja, fazem parte do complexo de inimigos naturais ou agentes de controle biológico das mesmas. Assim sendo, torna-se importante atrair os inimigos naturais das pragas para os agroecossistemas, podendo-se para isso se valer da estratégia de controle biológico conservativo, conforme enfatizado por Barbosa (1998).

O controle biológico conservativo resulta no aumento da eficiência dos inimigos naturais das pragas, visto proporcionar o aumento da sobrevivência, longevidade e da taxa reprodutiva dos mesmos, devido à manipulação do agroecossistema em que eles vivem, ou no seu entorno (BARBOSA, 1998; GURR; WRATTEN, 1999; VENZON et al., 2006).

Para que se tenha esse resultado, o controle biológico conservativo envolve a introdução de espécies botânicas que ofereçam, além de sítio de alimentação, sítios de oviposição, acasalamento e hibernação, microclima adequado, ou simplesmente, um local de abrigo para os inimigos naturais. Além disso, os recursos florais, tais como pólen e néctar, podem constituir alimento necessário ou complementar para certos insetos predadores (RABB et al., 1976; VAN EMDEN, 1989; ANDOW, 1991; LONG et al., 1998; LANDIS et al., 2000; ALTIERI et al., 2003; NORRIS; KOGAN, 2005; AGUIAR-MENEZES, 2003; 2004; 2006; ESPINDOLA et al., 2006; LIXA, 2008).

As larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) são predadores que regulam a população de artrópodes fitófagos em sistemas de cultivo, ambientes naturais e áreas de reflorestamento (COSTA et al., 2003; 2006). No entanto, na fase adulta, esse crisopídeo é glicopolínivoro porque se alimenta principalmente de substâncias de origem vegetal, como pólen (fonte de proteína) e néctar (fonte de carboidrato). Para isso visitam flores (predadores antófilos), bem como podem se alimentar da substância açucarada (“honeydew”) eliminada por alguns insetos como pulgões e cochonilhas (PRINCIPI; CANARD, 1984; STELZL, 1991; BOZSIK, 1992; VILLENAVE et al., 2006). A importância do pólen para esse predador não é apenas para ativar sua reprodução, como acontece com a maioria dos predadores generalistas, mas é utilizada na obtenção de energia (MEDEIROS et al., 2010). Dessa forma, a diversificação da flora dentro e no entorno dos cultivos agrícolas é de grande importância para a conservação desse crisopídeo (LANDIS et al., 2000; GURR et al., 2003).

Alguns estudos demonstram que, nos sistemas agrícolas com flores, a emigração dos inimigos naturais pode ser reduzida (LONG et al., 1998; REBEK et al., 2005). No entanto, a presença de flores em um agroecossistema não garante o suprimento de pólen e néctar, sendo necessário que essas flores sejam atrativas e seus recursos acessíveis. As características morfológicas das flores, como a disposição das pétalas, tipo de corola e disposição dos nectários florais, bem como a morfologia dos insetos, principalmente, a dimensão da cabeça e do aparelho bucal, estão entre os fatores que interferem na acessibilidade desses recursos florais e, portanto, são de grande importância para as interações entre planta e insetos antófilos (PATT et al., 1997b; VATTALA et al., 2006). As plantas que são atrativas aos insetos predadores são conhecidas na língua inglesa como “beneficial insectary plants”

(GILBERT, 1981; VALENZUELA, 1994; PATT et al., 1997a, DUFOUR, 2000; SINGH, 2004), enquanto no Brasil tem-se adotado o termo “planta atrativa” para inimigos naturais (BARBOSA et al., 2011).

Portanto, para desenvolver estratégias de manejo com o intuito de conservar insetos predadores e parasitoides no campo, é necessário identificar as plantas visitadas por esses insetos e, por isso, serem consideradas de interesse na gestão da paisagem visando o controle biológico conservativo (CLERGUE et al., 2004; WÄCKERS, 2004; DENIS; VILLENAVE, 2009).

Nesse contexto, visando fornecer subsídios para o controle biológico conservativo, esse estudo foi desenvolvido com os objetivos de identificar as famílias e/ou espécies botânicas provedoras de grãos de pólen para adultos de *C. externa* coletados num agroecossistema diversificado sob manejo orgânico, e avaliar se há diferença na quantidade de grãos de pólen ingeridos por machos e fêmeas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta dos Adultos

As coletas dos adultos de *Chrysoperla externa* foram realizadas em diferentes áreas da Fazendinha Agroecológica km 47, conhecida também como Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), situada no município de Seropédica (latitude 22°45'S, longitude 43°41'W e altitude que varia entre 30 m e 70 m), na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (NEVES et al., 2005).

Essas coletas foram feitas durante treze meses (13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012), em intervalos quinzenais, no crepúsculo (16 h às 18 h), em caminhamento ao acaso. Utilizou-se rede entomológica com 30 cm de diâmetro e 46 cm de profundidade, de tecido poliéster com malha de 1 x 1 mm, preso em um anel de aço galvanizado e fixado em uma haste de madeira de 60 cm (Bioquip®).

As amostragens foram feitas inicialmente em quatro áreas com culturas agrícolas para as quais há registro de *C. externa* associada a essas culturas (MICHEREFF FILHO et al., 2002; OLIVEIRA, 2009; MEDEIROS et al., 2010; RIBEIRO et al., 2011): cafeeiro [*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. *kouilouensis* De Wild (Conilon) (Rubiaceae)], pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria* sp.) (Poaceae), milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e uma diversidade de hortaliças, margeadas por adubos verdes [numa margem por *Gliricidia sepium* Jacq. e numa outra por *Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. As espécies plantadas na área das hortaliças são as seguintes: Alface (*Lactuca sativa* cv. Vera, Angelina, Regiane e Rubi) (Asteraceae), Chicória (*Cichorium endivia*, var. Mariana Gigante) (Asteraceae), Beterraba (*Beta vulgaris*, var. Early Wonder Tall Top) (Chenopodiaceae), Bertalha (*Basella Alba* e *B. rubra*, var. local) (Basellaceae), Couve (*Brassica oleracea* L., var. *acephala* DC.) (Brassicaceae), Rúcula (*Eruca sativa*, var. Gigante Folha Larga) (Brassicaceae), Espinafre (*Spinacia oleracea*, var. Nova Zelândia) (Quenopodiaceae), Pepino (*Cucumis sativus*, var. Jóia) (Cucurbitaceae), Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, var. Mauá) (Fabaceae), Feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*, var. Alessa) (Fabaceae), Cebolinha (*Allium fistulosum*, var. local) (Alliaceae), Salsa (*Petroselinum sativum*) (Apiaceae) Cenoura (*Daucus carota*, var. Brasília) (Apiaceae), e Endro (*Anethum graveolens*) (Apiaceae).

Posteriormente, essas hortaliças foram substituídas por canteiros cultivados com alface (*Lactuca sativa* L.) (Asteraceae) em consórcio com adubo verde *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (Fabaceae). As coletas se prolongaram por seis meses na área cultivada com hortaliças orgânicas, e por sete meses após a substituição pelo consórcio alface-flemingia. Após a colheita da alface, esta foi substituída pelo milho, mantendo-se as coletas até o final do período. Após a colheita do milho, a área foi cultivada com capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) (Poaceae), onde três coletas foram efetuadas.

Foram coletados cinco insetos em cada área, ou seja, vinte por quinzena, e um total de 520 adultos de *C. externa*, os quais foram acondicionados em potes de plástico transparente (200 ml) com tampa. Quando não foi obtido o número desejado de exemplares, procedeu-se ao retorno à área em outra data.

O reconhecimento da espécie *C. externa* em campo foi feita com uma lupa de aumento de 10x, procedendo-se à identificação específica em laboratório.

2.2 Identificação dos Adultos e Preparação para Acetólise

Após a coleta, os adultos de *C. externa* foram levados para o laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF), no *campus* Seropédica-RJ da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Os insetos foram mortos por congelamento em freezer e, posteriormente, feita a confirmação da identificação específica e reconhecimento do sexo em microscópio estereoscópio. Para a confirmação da identidade da espécie, foram consideradas duas características inerentes a *C. externa*: a célula intramediana (imc) curta com laterais curvas na asa anterior (Figura 1 - A) e a presença de gena vermelha (Figura 1 - B) (FREITAS; MORALES, 2009).

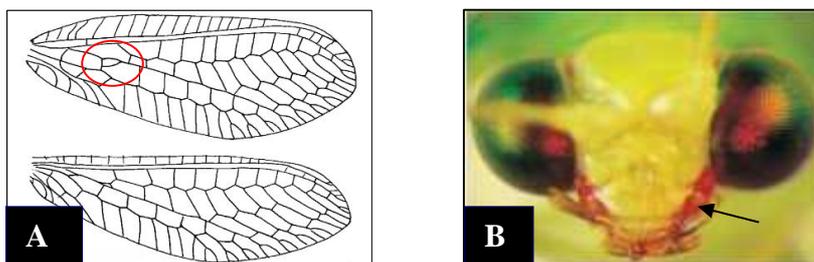


Figura 1. (A) Asa de *Chrysoperla externa*, célula intramediana curta; (B) Gena vermelha (indicada pela seta) em *C. externa*. Fonte: (A) FREITAS; PENNY (2001); (B) FREITAS; MORALES (2009).

Para diferenciar machos e fêmeas, foi observada a genitália, que de acordo com Freitas e Penny (2001), as fêmeas apresentam menos caracteres que os machos (BROOKS; BARNARD, 1990).

Antes da acetólise os insetos passaram por um processo de retirada das asas, pernas e antenas, restando apenas cabeça, tórax e abdômen para reduzir os resíduos e facilitar a leitura das lâminas para a localização dos grãos de pólen ingeridos. Após a remoção dos apêndices, o corpo dos insetos foi lavado com água destilada e álcool 70% para retirada de polens que eventualmente estavam aderidos a ele. Cada inseto foi colocado em um microtubo de centrifugação plástico, de 4 cm de altura (tipo Eppendorf[®]), capacidade de 1,5 ml, de fundo cônico, e com tampa de fechamento sob pressão, juntamente com uma etiqueta de papel vegetal com o respectivo código correspondente à área de coleta e o número do inseto. Esses permaneceram nos microtubos, em freezer, até serem submetidos ao processo da acetólise.

2.3 Acetólise e Preparação Microscópica para Identificação dos Polens Ingeridos pelos Adultos

A acetólise foi realizada no Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional (MN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro-RJ.

Para destruição do conteúdo citoplasmático dos grãos de pólen possivelmente ingeridos pelos adultos de *C. externa*, foi usado o processo de acetólise de Erdtman (1960) modificado por Melhem et al. (2003). Esse método facilita a visualização e o reconhecimento dos grãos de pólen, eliminando o conteúdo celular através de uma mistura acetolítica que corresponde a anidrido acético com ácido sulfúrico na proporção de 9:1 (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

As amostras (um adulto/amostra) foram colocadas cada uma em um tubo de ensaio com ácido acético glacial, e maceradas com um bastão de vidro para que o pólen fosse separado do tecido do inseto. As amostras permaneceram no ácido acético por no mínimo 24 horas, sem ultrapassar o período de um ano. De acordo com Melhem et al. (2003), o ácido acético glacial permite o preparo de lâminas limpas e sem resíduos, desidrata e conserva os grãos de pólen. Os tubos foram submetidos à centrifugação por dez minutos, com duas mil rotações por minuto (2000 rpm), e o sobrenadante foi descartado, restando no fundo do tubo os grãos de pólen ingeridos pelos adultos.

Em seguida, foi preparada a mistura acetolítica e distribuída nos tubos, sendo estes levados ao banho-maria a 80°C por aproximadamente 1 minuto e 40 segundos, sendo o conteúdo do tubo misturado com um bastão de vidro durante o aquecimento. De acordo com Melhem et al. (2003), a temperatura e o tempo de aquecimento dependem da maior ou menor facilidade que a mistura acetolítica penetra e reage no pólen.

Os tubos foram novamente para centrífuga por dez minutos a 2000 rpm e o sobrenadante foi descartado. Logo após, o material foi lavado com 10 ml de água destilada e duas gotas de acetona por tubo e misturados com bastões de vidro. Os tubos foram novamente para centrífuga e o sobrenadante descartado. Foram adicionados 5 ml de uma mistura de água destilada e glicerina na proporção de 1:1, ficando em repouso por 30 minutos, sem ultrapassar 24 horas. Assim, os polens se reidratam e voltam ao tamanho original. Finalmente, os tubos passaram pela última centrifugação e descarte do sobrenadante e foram colocados com a boca voltada para baixo sobre papel de filtro por alguns minutos.

A preparação microscópica foi realizada logo em seguida, com a utilização de gelatina-glicerinada, conforme proposto por Kisser (1935) e Erdtman (1971). Com o auxílio de um estilete esterilizado, um fragmento de gelatina de cerca de 0,3 mm de diâmetro foi passado no fundo do tubo para retirar os grãos de pólen do sedimento. A gelatina foi fragmentada em três partes e transferida para três lâminas de microscopia óptica, sendo etiquetadas com os dados referentes a cada amostra. As lâminas foram aquecidas rapidamente em placa aquecedora a 50°C até fundir a gelatina. Assim, as lamínulas foram colocadas sobre as lâminas, apoiadas em quatro esferas de massa de modelagem, e seladas com parafina, o que permite a melhor conservação do material. As lâminas foram colocadas sobre um papel de filtro com a lamínula voltada para baixo para que a gelatina, ao resfriar, ficasse junto da lamínula, o que permite melhor focalização sob microscopia óptica. O excesso de parafina foi retirado com auxílio de lâmina de aço e a limpeza final com pano de algodão. Para cada amostra, três preparações microscópicas foram realizadas, resultando em 1060 lâminas.

A maioria dos polens foi classificada ao nível taxonômico de família e alguns identificados ao nível específico, sendo fotografados e quantificados. As fotomicrografias foram realizadas com microscópio óptico Hund H-500 Wetzlar (Helmut Hund GmbH, Alemanha), em objetiva de imersão de 100x, com câmera lúcida Leitz Wetzlar acoplada, pertencente ao Laboratório de Palinologia, do Depto. de Botânica (MN/UFRJ). As lâminas contendo os polens identificados foram incorporadas à Palinoteca do Setor de Palinologia do Depto. de Botânica do MN/UFRJ. Foram feitas ilustrações dos grãos de pólen em vista polar e em vista equatorial, detalhando a estrutura e a ornamentação da exina e, sempre que possível, as aberturas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grãos de pólen da divisão Angiospermae e/ou esporo da divisão Pteridophyta foram extraídos de 66,3% do total de adultos de *C. externa* coletados e submetidos ao processo de acetólise (n = 520) e, desse total, em 33,7% não foram encontrados qualquer um desses elementos reprodutivos. Do total de adultos que ingeriram grãos de pólen (n = 343), 28,4% se alimentaram de mais de um tipo polínico (43 adultos na área dos cafeeiros, 21 na área das hortaliças, 18 na área do milho e 16 na pastagem de braquiária). Isto mostra que os adultos de *C. externa* buscam o pólen visitando uma variedade de plantas. Do total de adultos coletados, 0,97% ingeriram esporos de Pteridophyta.

Foi encontrado um total de 38.293 estruturas reprodutivas: 99,96% de grãos de pólen (97,82% desse porcentual foram distribuídos em 19 famílias botânicas de Angiospermae e 2,18% não foram possíveis de serem identificados ao nível de família), e 0,04% de esporos de Pteridophyta (Tabela 1).

Tabela 1. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em quatro áreas da Fazendinha Agroecológica Km 47 de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Mês de coleta dos adultos (2011/2012) | | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------------------|---------------------------------------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | |
| Amaranthaceae | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 8 |
| Apiaceae | 0 | 1591 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1591 |
| Apocynaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 0 | 103 | 0 | 0 | 181 |
| Aquifoliaceae | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Arecaceae | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 |
| Asteraceae | 1 | 21 | 10 | 20 | 14 | 0 | 218 | 0 | 1 | 1 | 3 | 35 | 0 | 324 |
| Bromeliaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Euphorbiaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Fabaceae | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 7 | 16 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 41 |
| Malpighiaceae | 94 | 3 | 73 | 18 | 4 | 109 | 488 | 12 | 76 | 54 | 117 | 116 | 29 | 1193 |
| Malvaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Melastomataceae | 0 | 4 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Myrtaceae | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 12 | 0 | 0 | 1 | 31 | 1 | 0 | 50 |
| Passifloraceae | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| Poaceae | 2773 | 2339 | 881 | 2835 | 1746 | 727 | 2435 | 1584 | 1307 | 1115 | 817 | 10733 | 4204 | 33496 |
| Polygalaceae | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Rubiaceae | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 0 | 80 |
| Sapindaceae | 0 | 0 | 0 | 79 | 66 | 20 | 1 | 0 | 23 | 10 | 87 | 79 | 1 | 366 |
| Sterculiaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Não identificado (pólen) | 818 | 9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 836 |
| Pteridophyta (esporo) | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| Total | 3704 | 4008 | 996 | 2995 | 1835 | 856 | 3164 | 1626 | 1485 | 1181 | 1167 | 11042 | 4234 | 38293 |

Os grãos de pólen e espora de pteridophyta encontrados em maior quantidade no trato digestivo de adultos de *C. externa* estão representados na Figura 2.

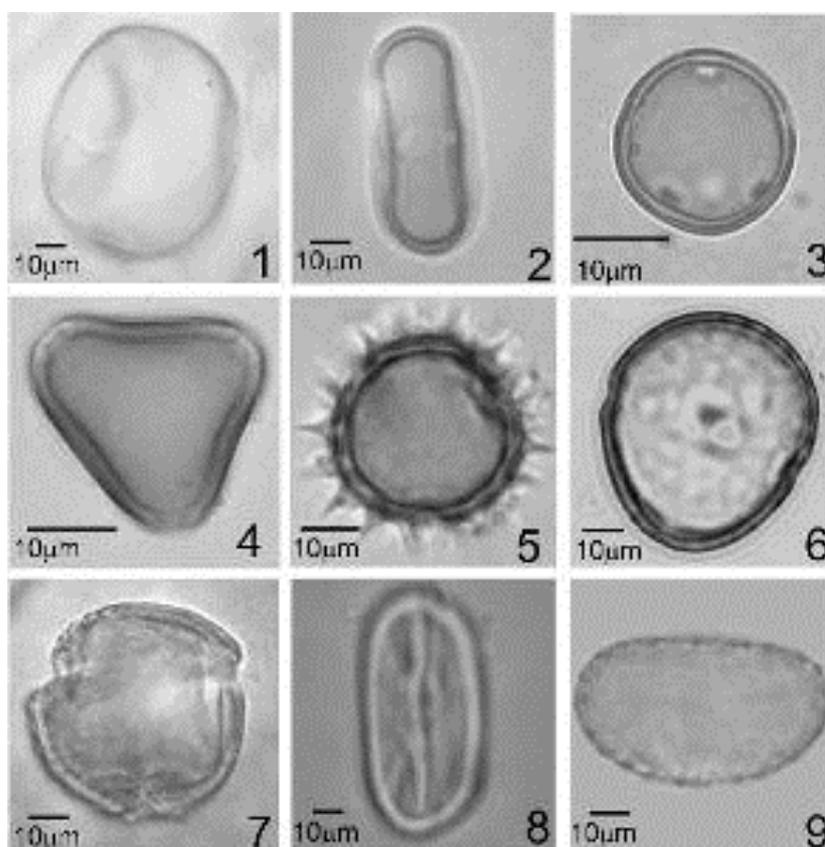


Figura 2. Fotomicrografias de estruturas reprodutivas em microscopia óptica (100x) encontradas no trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados na Fazendinha Agroecológica Km 47. 1. Poaceae, aspecto geral; 2. Apiaceae, vista equatorial; 3. Malpighiaceae, aspecto geral; 4. Sapindaceae, vista polar; 5. Asteraceae, vista polar; 6. Apocynaceae, vista polar; 7. Rubiaceae, vista polar; 8. Fabaceae, vista equatorial, abertura; 9. Pteridófita, vista equatorial do espora monoete.

Grãos de pólen de três espécies e um gênero botânico foram identificados (Figura 3): *Zea mays* L. (milho; Poaceae), *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (flemingia; Fabaceae), *Coffea canephora* L. (café; Rubiaceae) e *Brachiaria* sp. (braquiária; Poaceae).

A maior quantidade de grãos de pólen encontrados no trato digestivo dos adultos de *C. externa* foi observada em um exemplar coletado na área dos cafeeiros, que se alimentou de 2.310 grãos de pólen, todos pertencentes à Poaceae. Polens desta família estiveram presentes em 292 indivíduos, ou seja, em 85% dos insetos que ingeriram pólen.

Grãos de pólen de Poaceae foram dominantes tanto na frequência de ocorrência como na quantidade encontrada, pois tiveram presentes em insetos coletados em todos os meses do ano e representaram 87,5% do total analisado (Tabela 1). A espécie e gênero de Poaceae identificados foram milho e braquiária, respectivamente, porém, pólenes de outras espécies foram encontrados, mas não foi possível sua identificação.

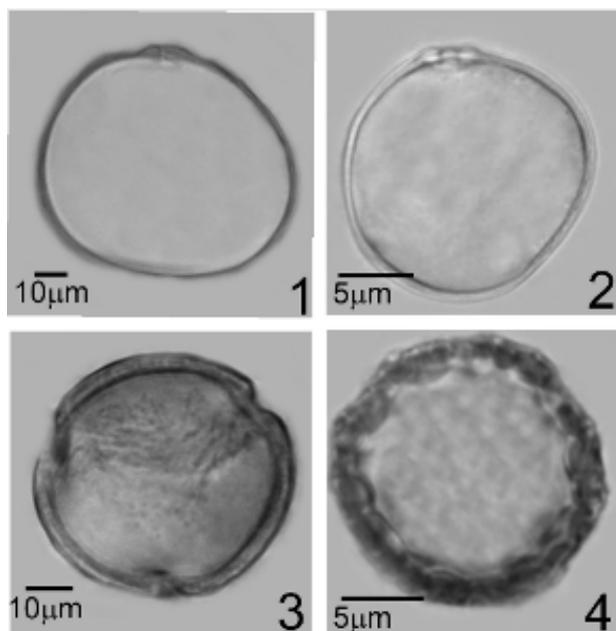


Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia óptica (100x) encontradas no trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados na Fazendinha Agroecológica Km 47. 1. Poaceae (*Zea mays*, milho), vista equatorial, corte óptico; 2. Poaceae (*Brachiaria* sp., capim-braquiária), vista equatorial, corte óptico; 3. Fabaceae (*Flemingia macrophylla*, flemingia), vista polar; 4. Rubiaceae (*Coffea canephora*, café), vista polar.

Villenave et al. (2006) investigaram as famílias botânicas visitadas por adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens) e *Chrysoperla lucasina* (Lacroix), coletados de março a outubro de 2004, em quatro agroecossistemas no oeste da França, e concluíram que os crisopídeos (235 adultos coletados, 173 de *C. carnea* e 62 de *C. lucasina*) se alimentaram de grãos de pólen de 28 famílias, das quais 25 ocorriam nos locais estudados e incluíam tanto espécies cultivadas como selvagens. Grãos de pólen de algumas dessas famílias, como Apiaceae, Amaranthaceae, Aquifoliaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Poaceae também foram ingeridos por *C. externa* no presente estudo.

Os resultados obtidos neste trabalho são corroborados por Denis e Villenave (2009), os quais citam que adultos de Chrysopidae são mais generalistas em comparação com Syrphidae (Insecta: Diptera). Esses autores coletaram, de 2004 a 2009, em nove áreas do oeste da França, 201 crisopídeos e 156 sirfídeos, e verificaram que adultos de *Chrysoperla* spp. consumiram grãos de pólen de 30 famílias, sendo que *Chrysoperla affinis* (Stephens) representou o maior número de indivíduos coletados e se alimentou em 27 destas famílias, enquanto que os adultos dos sirfídeos dos gêneros *Melanostoma* Schiner e *Sphaerophoria* Le Peletier & Serville consumiram polens de 18 e 15 famílias, respectivamente. Segundo esses autores, embora os crisopídeos se alimentem de polens de muitas espécies, mostraram preferência por *Daucus carota* L. (Apiaceae), *Brassica* sp. (Brassicaceae), *Chenopodium* sp. (Amaranthaceae) e espécies da família Poaceae.

Os resultados do presente estudo também são corroborados por Medeiros et al. (2010), que também investigaram as possíveis fontes de pólen para adultos de *C. externa* em agroecossistema diversificado de hortaliças orgânicas em Brasília, DF, de outubro a março (estação chuvosa) e de abril a setembro (estação seca) de 2004 a 2005. Esses autores coletaram 53 adultos, dos quais 45 ingeriram pólen, totalizando 11.335 grãos de pólen dos quais a maioria (97%) pertenceu à família Poaceae, que também dominou em frequência de ocorrência, similarmente ao que ocorreu no presente estudo. Quanto à diversidade de espécies

de grãos de pólen, os autores identificaram 21 famílias botânicas, dez das quais também foram identificadas a partir de pólenes recuperados do trato digestivo de adultos de *C. externa* coletados no presente estudo. São elas: Amaranthaceae, Apiaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Poaceae, além de esporo de Pteridophyta.

Em condições de laboratório, Resende (2012) recuperou de adultos de *C. externa* confinados em gaiolas com flores de coentro (*Coriandrum sativum* L.), endro (*Anethum graveolens* L.) e erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) (todas Apiaceae), uma média de 322,33; 423,67 e 397,67 grãos de pólen, respectivamente, de 20 adultos (10 machos e 10 fêmeas) para cada espécie botânica. No presente estudo, não foi possível identificar, ao nível específico, os pólenes dessa família ingeridos naturalmente por um adulto (fêmea) desse crisopídeo. Esse exemplar foi coletado na área dos cafeeiros em outubro/2011, contabilizando-se a ingestão de 1.591 grãos de pólen da Apiaceae. Denis e Villenave (2009) observaram que adultos de *Chrysoperla* spp. foram capazes de ingerir até 1.000 grãos de pólen de Apiaceae. Medeiros et al. (2010) obtiveram apenas três grãos de pólen de Apiaceae (sem identificação específica) dos 53 adultos coletados num cultivo orgânico de hortaliças.

3.1 Polens ingeridos por adultos de *C. externa* coletados em pastagem orgânica de braquiária

Das 19 famílias de Angiospermas cujos grãos de pólen foram encontrados no trato digestivo dos adultos de *C. externa* coletados nas quatro áreas amostradas, nove foram provedoras de pólenes para adultos coletados na área cultivada com braquiária (Tabela 2). Grãos de pólen de Poaceae ocorreram em maior quantidade, correspondendo a 80,70% do total obtido dos adultos coletados na pastagem, e em maior frequência, sendo recuperados de adultos coletados em todos os meses do período de coleta. As maiores quantidades de grãos de pólen dessa família ocorreram em dezembro/2011, março e setembro/2012, e um esporo de Pteridophyta extraído de adulto coletado em novembro/2011.

Tabela 2. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em pastagem orgânica de braquiária (*Brachiaria* sp., Poaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Mês de coleta dos adultos (2011/2012) | | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------------------|---------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | |
| Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| Asteraceae | 0 | 19 | 0 | 20 | 0 | 0 | 217 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 289 |
| Bromeliaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Fabaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 21 |
| Malpighiaceae | 32 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 | 7 | 2 | 4 | 0 | 74 |
| Myrtaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Poaceae | 4 | 219 | 322 | 1025 | 611 | 11 | 1215 | 305 | 104 | 419 | 8 | 63 | 1212 | 5518 |
| Rubiaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sapindaceae | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 2 | 87 | 0 | 0 | 100 |
| Não identificado (pólen) | 817 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 825 |
| Pteridophyta (esporo) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 853 | 249 | 324 | 1050 | 613 | 11 | 1437 | 322 | 134 | 428 | 100 | 102 | 1212 | 6835 |

3.2 Polens ingeridos por adultos de *C. externa* coletados em área com cafeeiros orgânicos

Grãos de pólen de Poaceae também foram obtidos em maiores quantidades (81,0% do total recuperado de adultos coletados na área dos cafeeiros) dos adultos coletados na área com cafeeiros e durante todo o período de coleta (Tabela 3). A maior quantidade de grãos de pólen dessa família ocorreu em outubro/2011 e em agosto/2012.

Foram coletados adultos que se alimentaram de pólen de Rubiaceae, família do cafeeiro (*Coffea* spp.), apenas em duas épocas (setembro/2011 e agosto/2012), contrariamente à coleta na área com braquiária, onde um grão de pólen dessa família foi extraído de *C. externa* em março/2012.

Tabela 3. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em área de cafeeiros orgânicos (*Coffea canephora* L., Rubiaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Mês de coleta dos adultos (2011/2012) | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------------------|---------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|
| | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | | Set |
| Apiaceae | 0 | 1591 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1591 |
| Apocynaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 103 | 0 | 0 | 135 |
| Aquifoliaceae | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Arecaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Asteraceae | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Bromeliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Fabaceae | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Malpighiaceae | 4 | 0 | 68 | 15 | 3 | 16 | 0 | 8 | 1 | 32 | 5 | 616 | 29 | 797 |
| Malvaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Melastomataceae | 0 | 4 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Myrtaceae | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 18 |
| Poaceae | 378 | 944 | 19 | 889 | 317 | 217 | 225 | 438 | 264 | 696 | 35 | 7680 | 344 | 12446 |
| Rubiaceae | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73 | 0 | 77 |
| Sapindaceae | 0 | 0 | 0 | 74 | 66 | 20 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 78 | 1 | 247 |
| Não identificado (pólen) | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 8 |
| Pteridophyta (esporo) | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Total | 389 | 2543 | 117 | 983 | 386 | 253 | 243 | 460 | 298 | 737 | 148 | 8448 | 374 | 15379 |

Do total de polens extraídos dos adultos coletados na área com os cafeeiros (15.365 grãos de pólen), apenas 77 foram de Rubiaceae, sendo que 94,8% foram coletados em agosto/2012, que corresponde à época de pleno florescimento do *C. canephora* na Fazendinha. Apenas um grão de pólen dessa família foi obtido de adulto coletado na pastagem, possivelmente devido à distância da área dos cafeeiros (ao redor de 130 m), além do voo dos crisopídeos ser influenciado pela velocidade e direção dos ventos, ficando sujeitos à dispersão involuntária (STELZL; DEVETAK, 1999).

Além dessas duas famílias de Angiosperma, coletaram-se adultos dos quais foram extraídos grãos de pólen pertencentes a outras 12 famílias e esporos de pteridófitas. Em setembro/2011, foram extraídos 323 grãos de pólen de milho (*Z. mays*) e quatro grãos de pólen de cafeeiro (*Coffea* sp.) de uma fêmea de *C. externa* coletada nos cafeeiros.

Grãos de pólen de Malpighiaceae foram recuperados de adultos coletados praticamente durante todo o período de amostragem, apenas não ocorrendo em outubro/2011 e março/2012. Pelo menos em parte, esse resultado pode ser decorrente do fato de que uma das bordas da área cultivada com cafeeiros estava próxima a fileiras de aceroleira (*Malpighia glabra* L.; Malpighiaceae), que florescem quase que continuamente (quatro a seis floradas

por ano) devido às práticas culturais e condições climáticas adequadas. Entretanto, os grãos de pólen dessa família recuperados de *C. externa* não foram identificados ao nível específico.

3.3 Polens ingeridos por adultos de *C. externa* coletados em área com milho orgânico

Igualmente às áreas com pastagem e cafeeiros, polens de Poaceae foram recuperados dos adultos coletados na área com milho orgânico em maiores quantidades (94,5% do total obtido dos adultos coletados na área com milho) e de adultos coletados durante todo o ano (Tabela 4). A maior quantidade de grãos de pólen dessa família ocorreu em abril/2012, e posteriormente em julho/2012.

Tabela 4. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em área de milho orgânico (*Zea mays* L.; Poaceae) na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Mês de coleta dos adultos (2011/2012) | | | | | | | | | | | | Total | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|
| | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | | Set |
| Amaranthaceae | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| Apocynaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 |
| Arecaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Asteraceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 21 |
| Euphorbiceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Fabaceae | 6 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Malpighiaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 109 | 11 | 0 | 123 |
| Passifloraceae | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| Poaceae | 218 | 6 | 319 | 478 | 520 | 351 | 39 | 813 | 274 | 0 | 727 | 523 | 0 | 4268 |
| Polygalaceae | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Rubiaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Sterculiaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Não identificado (pólen) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Pteridophyta (esporo) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Total | 230 | 46 | 319 | 480 | 537 | 351 | 39 | 816 | 320 | 0 | 840 | 540 | 0 | 4518 |

Um número relativamente muito pequeno de polens de Poaceae extraídos dos adultos coletados na área do milho ocorreu em outubro/2011, quando comparado aos outros meses do ano. A quantidade de pólen obtida dos adultos coletados nas áreas de pastagem e cafeeiros nesse mês foi, respectivamente, 37 e 157 vezes maior. No mês de junho/2012 não foram encontrados crisopídeos na área do milho, pois esta espécie botânica estava no final do seu ciclo de desenvolvimento, na fase de maturação fisiológica. Nesse mês não houve nenhum tipo polínico extraído dos mesmos.

Polens de outras 11 famílias de Angiosperma foram recuperados, além de um esporo de pteridófito. Apenas três grãos de pólen não foram identificados ao nível de família.

Observou-se que adultos de *C. externa* são capazes de ingerir pólen de milho. Um total de 498 grãos de pólen de *Z. mays* (milho) foi extraído dos adultos coletados na área com esta espécie botânica, sendo sete fêmeas, que ingeriram 87,1% do total recuperado, e três machos, com 12,9% desses grãos.

3.4 Polens ingeridos por adultos de *C. externa* coletados em áreas com hortaliças orgânicas margeadas ou consorciadas com adubos verdes

De modo semelhante aos demais cultivos, foi extraído maior quantidade de grãos de pólen de Poaceae dos adultos de *C. externa* coletados nessas áreas (97,4% do total obtido dos adultos coletados) (Tabela 5), os quais ocorreram durante todo o período de coleta, sendo a maior quantidade verificada no final das coletas (agosto e setembro/2012).

Tabela 5. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de adultos de *Chrysoperla externa* coletados em áreas de hortaliças orgânicas margeadas ou consorciadas com adubo verde na Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Mês de coleta dos adultos (2011/2012) | | | | | | | | | | | | | Total |
|----------------|---------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | |
| Amaranthaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Aquifoliaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Arecaceae | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| Asteraceae | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Fabaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Malpighiaceae | 58 | 0 | 5 | 3 | 1 | 75 | 1 | 0 | 45 | 0 | 1 | 1 | 9 | 199 |
| Myrtaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 |
| Poaceae | 2173 | 1170 | 221 | 443 | 298 | 148 | 956 | 28 | 665 | 0 | 47 | 2467 | 2648 | 11264 |
| Sapindaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 1 | 0 | 19 |
| Total | 2232 | 1170 | 236 | 482 | 299 | 223 | 958 | 28 | 728 | 0 | 79 | 2469 | 2657 | 11561 |

Apesar das hortaliças estarem margeadas por adubos verdes e por cultivos de alface e, posteriormente, pelo milho, que foi consorciado com flemingia (Fabaceae), apenas um grão de pólen dessa família (Fabaceae) foi extraído de um adulto de *C. externa*, e esse pólen não foi dessa espécie de leguminosa. Todavia, grãos de pólen de flemingia foram recuperados de duas fêmeas coletadas na pastagem (uma com um grão e a outra com dois) e de uma fêmea coletada nos cafeeiros (com três grãos), sendo que, em ambos os casos, polens de outras famílias botânicas também foram identificados. Na pastagem, uma fêmea coletada em julho/2012 apresentava um grão de pólen dessa leguminosa juntamente com um grão de pólen de Poaceae e dois de Amaranthaceae, enquanto que a fêmea coletada em agosto/2012 continha dois grãos de pólen de flemingia, um de Malpighiaceae e 33 de Asteraceae. Na fêmea coletada nos cafeeiros em março/2012, os três grãos de pólen de flemingia estavam associados com 177 grãos de pólen de Poaceae. Esses resultados indicam que as flores de flemingia têm uma morfologia que permite o acesso das fêmeas de *C. externa* a esse recurso floral.

A família Poaceae foi seguida pela Malpighiaceae no que se refere à quantidade de grãos de pólen extraída dos adultos desse crisopídeo, mas essa quantidade foi 56,6 vezes menor que aquela constatada para a Poaceae.

Além dessas três famílias de Angiosperma (Poaceae, Fabaceae e Malpighiaceae), grãos de pólen de outras seis famílias foram obtidos, mas não foi recuperado esporo de pteridófitas, como nas demais áreas de coleta. Grãos de pólen de *Z. mays* (milho) foram recuperados de três fêmeas de *C. externa* coletadas nas áreas de hortaliças, totalizando 104 grãos de pólen (71, 8 e 25 em cada uma das fêmeas).

Numa análise geral, considerando-se as quatro áreas de coleta na Fazendinha, os grãos de pólen da família Poaceae foram os mais ingeridos pelos adultos de *C. externa*. Este fato é interessante, pois mesmo quando os insetos foram coletados em área dos cafeeiros e de

hortaliças, eles ingeriram com maior frequência e em maior quantidade pólen de gramíneas que estavam ao redor desses cultivos. De acordo com Medeiros et al. (2010), as gramíneas são um importante recurso alimentar para *C. externa*, porém, uma diversidade de outras famílias de plantas são utilizadas por esta espécie.

Em estudo também conduzido na Fazendinha Agroecológica km 47 (setembro/2008 a agosto/2009), com o objetivo de determinar a riqueza de espécies de crisopídeos, Resende (2012) verificou que adultos de *C. externa* foram mais abundantes (98,1% do total de crisopídeos coletados) nos sistemas de rotação de cana-de-açúcar (*Saccharum L.*)/pastagem de braquiária e de milho-mucuna (Fabaceae)/olerícolas, e menos abundantes em área com cafeeiros sombreados. A análise de correlação evidenciou que as rotações envolvendo Poaceae favoreceram o aumento da abundância dos crisopídeos. Esse autor concluiu que os crisopídeos ocorrem indiscriminadamente em diferentes sistemas agrícolas, mas são mais abundantes em áreas cultivadas com Poaceae. No presente estudo, a ocorrência de *C. externa* nas quatro áreas de coleta com diferentes culturas agrícolas é corroborada pelos resultados de Resende (2012), visto que na área com cafeeiros, muitas vezes não era encontrado nenhum exemplar de *C. externa*, tendo que retornar outro dia nessa área.

No presente estudo, a segunda família de plantas com maior número de grãos de pólen ingeridos foi Apiaceae, o que confirma resultados de estudos que mostram que algumas espécies dessa família atraem parasitoides (VATTALA et al., 2006; WITTING-BISSINGER et al., 2008) e insetos predadores, incluindo os crisopídeos. Em Nova Jersey (EUA), Patt et al. (1997b) citam a acessibilidade aos recursos florais de endro (*A. graveolens*) e coentro (*C. sativum*) pelo crisopídeo *C. carnea*, que foi também observado visitando flores de *Ammi visnaga* (L.) (Apiaceae) por Bugg e Wilson (1989) na Califórnia (EUA). Na França, adultos de *Chrysoperla* spp. foram observados por Villenave et al. (2005) se alimentando de pólen das apiáceas *Daucus carota* L. (cenoura), *Apium* L. e *Aethusa* L.

Yee (1998) encontrou grãos de pólen de algumas famílias botânicas no trato digestivo de adultos do crisopídeo *Mallada signatus* (Schneider) coletados em campos de algodão na Austrália e a maioria dos pólenes pertenciam à Myrtaceae, especialmente *Eucalyptus* spp. De acordo com Silberbauer et al. (2004), o tipo polínico encontrado no trato digestivo dos insetos varia de acordo com a época do ano, pois a floração é sazonal. Todavia, *C. externa* mostrou maior preferência por Poaceae, embora tenha ingerido pólen de Myrtaceae, o que pode estar relacionado às diferenças entre o conteúdo e/ou a qualidade proteica dos grãos de pólen dessas famílias que melhor atendam às necessidades biológicas de cada espécie de crisopídeo. Nielsen et al. (1955) observaram que grãos de pólen de Poaceae (*Zea mays*) e Betulaceae (*Alnus glutinosa* L. e *A. incana* (L.) Moench) apresentam um conteúdo de nitrogênio próximo a 4%, correspondendo de 25 a 26% de proteína, enquanto que para *Pinus montana* Miller (Pinaceae), esse conteúdo é cerca de 2%, que corresponde a quase 14% de proteína.

Dos adultos coletados nas quatro áreas, a ingestão de pólenes do maior número de táxons botânicos foi obtida dos exemplares provenientes da área de cafeeiros, totalizando 14 famílias da Angiosperma identificadas, sendo seguida pela de milho, com 12 famílias, e pastagem de braquiária e hortaliças, ambas com nove famílias. Apenas quatro famílias botânicas que proveram pólen para os adultos de *C. externa* foram comuns a todas as áreas de coleta: Asteraceae, Fabaceae, Malpighiaceae e Poaceae.

3.5 Ingestão natural de grãos de pólen por machos e fêmeas de *C. externa*

Totalizando os adultos desse crisopídeo coletados nas quatro áreas (n = 520), foram obtidos 276 fêmeas e 242 machos, os quais ingeriram, respectivamente, 27.489 e 10.750 grãos de pólen de Angiosperma (Tabela 6).

De todas as famílias de Angiosperma, grãos de pólen de Poaceae e Malpighiaceae foram os únicos obtidos tanto de fêmeas quanto de machos de *C. externa* nas quatro áreas de coleta. O maior número de grãos de pólen de Poaceae foi obtido das fêmeas (72,1% do total de grãos de pólen dessa família recuperados de fêmeas + machos). Já o maior número de grãos de pólen de Malpighiaceae foi recuperado de machos (72,6% do total de grãos de pólen dessa família recuperados de fêmeas + machos) (Tabela 6).

Além de grãos de pólen de Angiosperma, cinco adultos ingeriram esporos da divisão Pteridophyta, sendo duas fêmeas (um esporo/fêmea), uma coletada na pastagem e outra no milho, e dois machos (11 esporos num macho e um no outro) e uma fêmea (com dois esporos) coletados nos cafeeiros (Tabela 6). Os cinco adultos continuam os esporos e grãos de pólen no seu trato digestivo. Nesses três adultos coletados nos cafeeiros, os esporos foram encontrados em conjunto com grãos de pólen de Poaceae (46 grãos num macho, três no outro e 96 na fêmea). Além dessa angiosperma, de um macho obteve-se um grão de pólen de Fabaceae e da fêmea, quatro grãos de pólen de Bromeliaceae.

Tabela 6. Número de estruturas reprodutivas (grãos de pólen ou esporos) de diferentes táxons botânicos extraídas do trato digestivo de fêmeas e machos de *Chrysoperla externa* coletados nas quatro áreas da Fazendinha Agroecológica Km 47, de 13 de setembro de 2011 a 28 de setembro de 2012. Seropédica-RJ.

| Táxon botânico | Área cultivada | | | | | | | | Total |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | Braquiária | | Cafeeiro | | Milho | | Hortaliças | | |
| | F ¹ | M ¹ | |
| Amaranthaceae | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 8 |
| Apiaceae | 0 | 0 | 1591 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1591 |
| Apocynaceae | 0 | 0 | 103 | 32 | 0 | 46 | 0 | 0 | 181 |
| Aquifoliaceae | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| Arecaceae | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 35 | 0 | 44 |
| Asteraceae | 52 | 237 | 3 | 0 | 3 | 18 | 11 | 0 | 324 |
| Bromeliaceae | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Euphorbiceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Fabaceae | 3 | 18 | 7 | 3 | 0 | 9 | 1 | 0 | 41 |
| Malpighiaceae | 20 | 54 | 166 | 631 | 55 | 68 | 86 | 113 | 1193 |
| Malvaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Melastomataceae | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Myrtaceae | 0 | 2 | 6 | 12 | 0 | 0 | 30 | 0 | 50 |
| Passifloraceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| Poaceae | 4684 | 834 | 9895 | 2551 | 3007 | 1261 | 6539 | 4688 | 33459 |
| Polygalaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| Rubiaceae | 0 | 1 | 77 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 80 |
| Sapindaceae | 94 | 6 | 118 | 129 | 0 | 0 | 0 | 18 | 365 |
| Sterculiaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Não identificado (pólen) | 825 | 0 | 5 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 836 |
| Pteridophyta (esporo) | 1 | 0 | 2 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Total | 5682 | 1153 | 12016 | 3363 | 3102 | 1416 | 6703 | 4820 | 38255 |

¹F = fêmea; M = macho.

Dos adultos que não ingeriram qualquer estrutura reprodutiva (grãos de pólen ou esporos) (n = 175), 44,6% foram fêmeas e 55,4% foram machos.

De acordo com Villenave et al. (2005), fêmeas de crisopídeos consomem mais grãos de pólen que os machos, pois encontraram no divertículo de fêmeas um número médio de 1.137 polens, enquanto que em machos foi observado uma média de 44 polens. Conforme os

autores, dos insetos que não se alimentaram, 59% eram machos, sugerindo que a necessidade energética dos machos é limitada a busca da cópula.

Os resultados obtidos indicam que fêmeas necessitam mais desse recurso alimentar que os machos. De acordo com Principi e Canard (1984), o requerimento de proteínas para o sucesso reprodutivo varia de acordo com o sexo dos crisopídeos. Enquanto o macho necessita de quantidade baixa de proteínas para que as glândulas acessórias de seu sistema reprodutivo produzam secreção suficiente para a formação dos espermátóforos e para o esperma se deslocar para as vesículas seminais, a fêmea necessita de uma quantidade consideravelmente maior de proteínas para a manutenção dos oócitos e para a secreção contínua e abundante das glândulas acessórias de seu sistema reprodutivo. Segundo Wäckers e Rijn (2012), adultos de espécies de *Chrysoperla* requerem uma fonte de açúcar (néctar ou honeydew) e de pólen para maximizar sua sobrevivência e reprodução, sendo que a oviposição não ocorre quando apenas açúcar (sacarose ou mel) é ofertado às fêmeas, mas a oviposição pode ocorrer quando são providas com pólen.

Wratten et al. (1995) encontraram maior quantidade de pólen em fêmeas de *Melangyna novaezelandiae* (Macquart) (Diptera: Syrphidae). Irvin et al. (1999) demonstraram que há diferenças no consumo de pólen por sirfídeos, quanto ao sexo e estação do ano, pois a presença de recursos florais aumenta a população desses insetos no ambiente uma vez que grãos de pólen são importantes para maturação dos seus ovos.

A identificação de habitats favoráveis permite discernir as plantas atrativas visando o controle biológico conservativo. Dessa forma, a investigação da atividade de forrageamento dos inimigos naturais proporciona a compreensão da sua necessidade floral (CLERGUE et al., 2004; DENIS; VILLENAVE, 2009).

De acordo com Wäckers e Steppuhn (2003), Lee et al. (2006), Olson e Wäckers (2007) e Winkler et al. (2009), o estado nutricional de predadores é reforçado quando se alimentam de recursos florais, sendo assim é interessante estudar as preferências por tipos de pólen para que determinadas plantas sejam incluídas nas margens de cultivos.

O interessante é incluir no entorno das áreas cultivadas, as espécies das famílias botânicas que forneçam maior quantidade de polens aos crisopídeos, ou seja, as gramíneas. No entanto, para descobrir quais plantas fornecem pólen, em nível de espécie, será necessário um estudo mais detalhado. A diversificação do ambiente deve ser planejada, de modo que ao longo do ano sempre tenha plantas em período de floração que sejam acessíveis para esses predadores. A forma como os inimigos naturais utilizam as plantas como fonte de alimento poderá ser imprescindível para um correto manejo dos locais de cultivo.

4 CONCLUSÕES

1. Os adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) buscam grãos de pólen visitando plantas floríferas de várias famílias botânicas de Angiosperma, portanto, são generalistas quanto ao seu hábito polinívoro, mas demonstram preferência por grãos de pólen de Poaceae;
2. Grãos de polen das famílias botânicas Amaranthaceae, Apocynaceae, Aquifoliaceae, Asteraceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rubiaceae e Sapindaceae são ingeridos, em condições naturais, tanto por machos como por fêmeas de *C. externa*; enquanto que pólenes de Apiaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Passifloraceae, apenas pelas fêmeas, e pólen de Euphorbiaceae, Polygalaceae e Sterculiaceae apenas pelos machos, demonstrando que as fêmeas apresentam grande necessidade de ingestão de polens.
3. Ao nível específico, grãos de pólen de *Zea mays* L. (milho; Poaceae) são ingeridos, em condições naturais, por machos e fêmeas de *C. externa*, sendo que as fêmeas também ingerem grãos de pólen de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Alston (flemingia; Fabaceae) e *Coffea canephora* L. (café; Rubiaceae);
4. As fêmeas de *C. externa* ingerem maior quantidade de grãos de pólen de Angiosperma do que os machos;
5. Adultos (machos e fêmeas) de *C. externa* ingerem, em condições naturais, esporos de Pteridophyta;

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E.L. **Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 44p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 164).

AGUIAR-MENEZES, E.L. Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. **Campos & Negócio**, Uberlândia, v. 4, n. 42, p. 66-67, 2006.

AGUIAR-MENEZES, E.L. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 177).

ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, n. 2, p. 8-13, 1994.

ALTIERI, M.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.

ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561-586.1991.

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**, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998. 396p.

BOZSIK, A. Natural adult food of some important *Chrysopa* species (Plannipennia: Chrysopidae). **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v. 27, n. 1-4, p. 141-146, 1992.

BROOKS, S.J.; BARNARD, P.C. The green lacewings of the word: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History**, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

BUGG, R.L.; WILSON, T. *Ammi visnaga* (L.) Lamark (Apiaceae): associated beneficial insects and implications for biological control, with emphasis on the bell-pepper agroecosystem. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 6, p. 241-268, 1989.

CLERGUE, B.; AMIAUD, B.; PLANTUREUX, S. Evaluation de la biodiversité par des indicateurs agri-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole. In: **SÉMINAIRE 2004 DE L'ECOLE DOCTOTRALE RP2E**, Nancy. 2004. p. 56-63.

COSTA, R.I.F. **Estudo da taxocenose de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em ecossistemas naturais e agropastoris**. 2006. 124p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COSTA, R.I.F.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; LORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27 (edição especial), p. 1539-1545, 2003.

DENIS, A.; VILLENAVE, J. Habitats and food preferences concerning Syrphidae and Chrysopidae auxiliaries. 2009. 11p. Disponível em: <http://alicedenis.toile-libre.org/ARTICLE_AD.pdf> Acesso Em: 10 jul. 2013.

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

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

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy-angiosperms**. New York: Hafner Publ. Comp., 1971. 567p.

ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; GUERRA, J.G.; NEVES, M.C.P.; FERNANDES, M.C.A.; RIBEIRO, R.L.D.; ASSIS, R.L.; PEIXOTO, R.T. G.; Boas práticas de produção orgânica vegetal na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 119-127.

FREITAS, S.; MORALES, A.C. Indicadores morfométricos em cabeças de espécies brasileiras de *Chrysoperla* (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 499-503, 2009.

FREITAS, S.; PENNY, N.D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 52, n. 19, p. 245-395, 2001.

GASPARINO, E.C.; CRUZ-BARROS, M.A.V. **Palinologia**. São Paulo: Jardim Botânico de São Paulo, Instituto de Botânica-IBt. 2006. 9p.

GILBERT, F.S. Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. **Ecological Entomology**, v. 6, p.245-262, 1981.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D. Integrated biological control: a proposal for enhancing success in biological control. **International Journal of Pest Management**, v. 45, p. 81-84, 1999.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multifunction agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, v. 4, n. 2, p. 107-116, 2003.

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 of the New Zealand Plant Protection Conference**, v. 52, p. 84-88, 1999.

KISSER, J. Bemerkungen Zum Einschluss in glycerin-gelatine. **Zeitschrift Für Wissenschaftliche Mikroskopie**, v. 51, p. 372-374, 1935.

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

LEE, J.C., ANDOW, D.A.; HEIMPEL, G.E. Influence of floral resources on sugar feeding and nutrient dynamics of a parasitoid in the field. **Ecological Entomology**, v. 31, p. 470-480, 2006.

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

LONG, R.F.; CORBETT, A.; LAMB, C.; REBERGHORTON, C.; CHANDLER, J.; STIMMANN, M. Beneficial insects move from flowering plants to nearby crops. **California Agriculture**, v. 52, n. 5, p.23-26, 1998.

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**, 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**, n. 16, p. 1-104, 2003.

MICHEREFF FILHO, M., DELLA LUCIA, T.M.C., CRUZ, I., GUEDES, R.N.C., GALVÃO, J.C.C. Chlorpyrifos spraying of no-tillage corn during tasseling and its effect on damage by *Helicoverpa zea* (Lep., Noctuidae) and on its natural enemies. **Journal Applied Entomology**, v. 126, p. 422-430, 2002.

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.

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. (eds.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 147-172.

NORRIS, R.F.; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 479-503, 2005.

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

OLSON, D.; WACKERS, F.L. Management of field margins to maximize multiple ecological services. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, n. 1, p. 13-21, 2007.

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**, v. 83, p. 21-30, 1997a.

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**, v. 11, p. 175-181, 1997b.

PENNY, N.D. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 53, n. 12, p. 161-457, 2002.

PRINCIPI, M.M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. 294p. (Series Entomologica, 27). p. 76-92.

RABB, R.L.; STINNER, R.E.; VAN DEN BOSCH, R. Conservation and augmentation of natural enemies. In: HUFFAKER, C.B.; MESSENGER, P.S. (eds.). **Theory and practice of biological control**. New York: Academic Press, 1976. p. 233-254.

REBEK, E.J.; SADOFF, C.S.; HANKS, L.M. Manipulating the abundance of natural enemies in ornamental landscapes with floral resource plants. **Biological Control**, v. 33, n. 2, p. 203-216, 2005.

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

RIBEIRO, A.E.L; CASTELLANI, M.A.; FREITAS, S.; NOVAES, Q.S.; PÉREZ-MALUF, R.; MOREIRA, A.A.; AMARAL, T.S.; LEITE, S.A. Análise faunística de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), em cafeeiro arborizado e a pleno sol, no município de Barra do Choça, Bahia, Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011. **Anais...** Araxá: UFV/Consórcio Pesquisa Café/ Embrapa Café/Museu do Café. 4p.

SILBERBAUER, L.; YEE, M.; SOCORRO, A.D., WRATTEN, S.; GREGG, P.; BOWIE, M. Pollen grains as markers to track the movement of generalist predatory insects in agroecosystems. **International Journal of Pest Management**, v. 50, n. 3, p. 165-171, 2004.

SINGH, A. Farmscaping; farming with nature in mind. The Canadian Organic Grower, Ottawa, 2004. p. 56-58. Disponível em: <<http://www.cog.ca/documents/Farmscaping.pdf>> Acesso em 13 jul. 2013.

STELZL, M. Untersuchungen zu Nahrungsspektren mitteleuropäischer Neuropteren Imagines (Neuropteroidea, Insecta) mit einer Diskussion über deren Nützlichkeit als Opponenten von Pflanzenschädlingen. **Journal Applied Entomology**, Berlin, v.111, p. 469–477, 1991.

STELZL, M.; DEVETAK, D. Neuroptera in agricultural ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1/3, p. 305-321, 1999.

VAN EMDEN, H.F. Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. In: MACKAUES, M.; EHLER, L.E.; ROLAND, J. (eds.). **Critical issues in biological control**. Andover: Intercept, 1989. p. 63-80.

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 13 jul. 2013.

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**, v. 39, n. 2, p.179-185, 2006.

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**, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

VILLENAVE, J., DEUTSCH, B., LODÉ, T.; RAT-MORRIS, E. Pollen choice by the *Chrysoperla* species (Neuroptera: Chrysopidae) occurring in the crop environment of western France. **European Journal of Entomology**, v. 103, n. 4, p. 771-777, 2006.

VILLENAVE, J.; THIERRY, D.; MAMUN, A.A.; LODÉ, T.; RAT-MORRIS, E. The pollens consumed by common green lacewings *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) in cabbage crop environment in western France. **European Journal of Entomology**, v. 102, n. 3, p. 547–552, 2005.

WÄCKERS, F.L. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. **Biological Control**, v. 29, p. 307-314, 2004.

WÄCKERS, F.L.; RIJN, P.C.J. Pick and mix: selecting flowering plants to meet the requirements of target biological control insects. In: GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; SNYDER, W.E. (eds.). **Biodiversity and insect pests: key issues of sustainable management**. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012. p. 139-165.

WÄCKERS, F.L.; STEPPUHN, A. Characterizing nutritional state and food source use of parasitoids collected in fields with high and low nectar availability. In: ROSSING, W.A.H.; POEHLING, H.; BURGIO, G. (eds.). **Proceedings of the IOBC/WPRS Study Group on Landscape Management for Functional Biodiversity**, p. 203–208, 2003.

WINKLER, K., WÄCKERS, F.; PINTO, D.M. Nectar-providing plants enhance the energetic state of herbivores as well as their parasitoids under field conditions. **Ecological Entomology**, v. 34, p. 221-227, 2009.

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**, v. 47, n. 2, p. 180-186, 2008.

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.

YEE, M. **Identifying potential habitats of predators of *Helicoverpa* spp. in two cotton growing regions.** 1998. 106f. Monography (B.Sc. in Environmental Sciences and Natural Resource Management) - University of New England, Armidale.

CAPITULO II

INGESTÃO DE DIETAS POLÍNICAS E EFEITOS DA DIETA POLÍNICA PREFERIDA NA BIOLOGIA DE *Chrysoperla externa* (Hagen) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM LABORATÓRIO

RESUMO

A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) é um inimigo natural que se alimenta de suas presas somente na fase larval, enquanto os adultos são glicopolínívoros, se alimentando de pólen e néctar. Portanto, para manter o seu desenvolvimento normal apresenta exigências nutricionais qualitativas que envolvem carboidratos, aminoácidos essenciais, açúcares simples, proteínas, vitaminas e sais minerais. Todavia, a aceitabilidade de um alimento por um inseto não implica que este seja adequado. Sendo assim, é conveniente o estabelecimento de experimentos que avaliem os parâmetros biológicos dos insetos para que comprove a viabilidade do recurso alimentar. Neste contexto, os objetivos desse estudo foram avaliar a capacidade de ingestão e a preferência entre grãos de polens industriais de *Sorghum halepense* (Poaceae) e *Artemisia tridentata* (Asteraceae) por adultos de *C. externa* e avaliar os efeitos da oferta de dietas polínicas sobre parâmetros biológicos desse crisopídeo. Para condução do experimento de capacidade de ingestão foram utilizados 40 adultos de *C. externa* recém-emergidos. Foi utilizada uma gaiola para cada inseto e os polens foram ofertados separadamente. O tempo de exposição dos polens para os crisopídeos foi de 24 horas. Findo este período, os insetos foram mortos no freezer e submetidos ao processo de acetólise para avaliação da possível ingestão dos polens. O segundo experimento foi montado da mesma forma que o primeiro, mas com os polens ofertados na mesma gaiola. Objetivou-se conhecer qual deles é preferido pelos adultos de *C. externa*. No experimento de determinação de parâmetros biológicos foram analisados 35 casais de *C. externa* e cada um foi acondicionado em uma gaiola. Foram ofertadas, por duas gerações, cinco dietas: A - levedo de cerveja + mel; B - pólen de *S. halepense* + mel; C - pólen de *S. halepense*; D – mel; E - levedo de cerveja. Os parâmetros avaliados na primeira geração foram longevidade dos adultos (macho, fêmea e casal), períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade, número diário de ovos e viabilidade dos ovos. Na segunda geração, o período de pré-oviposição e a viabilidade dos ovos foram determinados. Os adultos de *C. externa* ingeriram os dois tipos de pólen industrial, mostrando que houve aceitação do alimento, no entanto, 20% deles não se alimentaram de nenhum dos polens ofertados. Não houve diferença na quantidade de pólen ingerido entre os dois sexos, assim como não houve preferência entre os polens pelos adultos de *C. externa*. A dieta A é uma dieta viável, mesmo quando os ingredientes não são misturados, porém, nesse caso, houve uma redução na fecundidade. As dietas compostas por pólen de sorgo (B e C) afetaram negativamente o desempenho reprodutivo das fêmeas, mesmo quando foi adicionada de mel. As dietas que não levaram mel em sua composição apresentaram os piores valores para os parâmetros biológicos.

Palavras-chave: Crisopídeo, polinivoria, parâmetros biológicos, fonte de alimento, controle biológico aumentativo.

ABSTRACT

The species *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) is a natural enemies that feeds on arthropods as a preys only in its larval stage, while adults are glicopolinivorous, feeding on pollen and nectar. Then, in order to keep its normal development it is necessary nutritional requirements with quality, which involve carbohydrates, essential amino acids, simple sugars, proteins, vitamins and mineral salts. However, the acceptability of a food by an insect did not mean that it is suitable. Thus, it is necessary to establish experiments that determine the biological parameters of the insects in order to prove the viability of the feeding resource. In this context, the objectives of this study were to evaluate the capacity of ingestion and preference between the industrial pollen grains of *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) and *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) by adults of *C. externa*; and to evaluate the provision of pollinic diets on the biological parameters of this crisopid. To carry out the experiment of ingestion capacity 40 newly-emerged adults of *C. externa* were used. A cage was used per each insect and the pollens were provided separately. The time of exposition to the pollens to the crisopids was of 24 hours. At the end of this period, the insects were died by freezing, and submitted to acetolysis process in order to know if they ingested the pollen grains. The second experiment was performed as the first one, but the pollens were provided in the same cage with the aim to know what is the pollen preferred by the adults of *C. externa*. On the experiment to determine the biological parameters, 35 couples of *C. externa* were evaluated and each one was keep inside of a cage. It was offered by two generations five diets: *S. halepense* *S. halepense*: D – of *C. externa* ingested the two types of industrial pollen, showing that they were accepted, however, 20% did not fed on any of the pollens provided. There is no difference in the amount of pollen ingested between the two sexes, as well as there is no preference between the pollens by the of *C. externa*. The diet A is viable, even when the components were not mixed, but it was a decreased of the fecundity. The diets composed by Johnson grass (B and C) were not appropriated to a good development of the females, even when honey was added. The diets without honey showed the worse values of the biological parameters.

Key Words: Green lacewing, pollinivory, biological parameters, food resource, augmentative biological control.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem exigido cada vez mais que os produtos comestíveis sejam produzidos com o uso mínimo de inseticidas. Esse é um dos motivos pelos quais o controle biológico é hoje uma técnica de controle de pragas amplamente divulgada e colocada como prática alternativa aos inseticidas (FREITAS, 2001).

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), um dos agentes de controle biológico de várias espécies de artrópodes fitófagos, tem sido há alguns anos produzidos em escala comercial em diversos países. No entanto, no Brasil as pesquisas com esses insetos são relativamente recentes, não sendo utilizados comercialmente no controle de pragas. Sendo assim, não se tem informações até o momento, sobre técnicas adequadas para produção massal, quantidade de indivíduos a ser liberada, fase mais apropriada para a liberação, controle de qualidade, entre outros aspectos que se fazem necessários ao criar um organismo em laboratório para posterior liberação na natureza (COSTA, 2011).

A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) é um inimigo natural que apresenta elevado potencial reprodutivo, grande capacidade de busca, voracidade das larvas e facilidade de criação em laboratório, o que os torna um excelente predador (CARVALHO; SOUZA, 2000). Por apresentar características comuns a *Chrysoperla carnea* (Stephens), a qual já é empregada na supressão de pragas na América do Norte, Europa e alguns países da Ásia, *C. externa* destaca-se como excelente candidato para produção em grande escala (“massal”) e utilização em programas de controle biológico aumentativo (ALBUQUERQUE et al., 1994).

Essa espécie é predadora somente na fase larval (CARVALHO; SOUZA, 2000), e na fase adulta são glicopolínívoros, se alimentando de pólen e néctar que são fontes de proteínas e carboidratos, respectivamente (ROBINSON et al., 2008).

Para o estabelecimento de um programa de controle biológico aumentativo, a produção de um grande número de insetos deve ser feita de forma eficaz e a baixo custo, com o uso de uma dieta que contenha todos os nutrientes necessários de modo a proporcionar altas porcentagens de fecundidade e fertilidade para manutenção dos indivíduos (PESSOA et al., 2010).

A fonte alimentar dos crisopídeos é um fator importante, pois pode afetar as glândulas endócrinas e, conseqüentemente, alterar seu comportamento (TAUBER, 1974 apud OLIVEIRA, 2009). Sendo assim, a quantidade e qualidade do alimento utilizado por esses insetos pode afetar sua capacidade reprodutiva, causando impactos sobre vários parâmetros, como por exemplo, número diário de ovos, fertilidade, fecundidade, duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição (ALBUQUERQUE, 2009).

Para manter o seu desenvolvimento normal, *C. externa*, apresenta exigências nutricionais qualitativas que envolvem a ingestão de carboidratos, aminoácidos essenciais, açúcares simples, proteínas, vitaminas e sais minerais (HAGEN; TASSAN, 1970; HOUSE, 1977; OLIVEIRA, 2009). Porém, a aceitabilidade de um alimento por um inseto não implica que este seja adequado. Sendo assim, é conveniente a condução de pesquisas que determinem os parâmetros biológicos dos insetos para que comprove a viabilidade do recurso alimentar (IPERTI et al., 1972; IPERTI; TREPANIER-BLAIS, 1972; HODEK, 1973; HODEK; HONEK, 1996).

Visando subsidiar o controle biológico aumentativo e considerando a importância e potencial de *C. externa* como agente de controle biológico, os objetivos desse estudo foram avaliar a capacidade de ingestão de grãos de polens industrial de *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) e *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) por adultos de *C. externa* e se há

preferência entre esses pólenes para serem incluídos em dietas artificiais para sua criação em laboratório; bem como avaliar os efeitos da oferta de dietas polínicas sobre parâmetros biológicos de adultos de *C. externa* em laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação de *Chrysoperla externa* em Laboratório

Para iniciar a criação, adultos de *C. externa* foram coletados na Fazendinha Agroecológica Km 47 (Seropédica, RJ). Uma criação matriz de *C. externa* foi estabelecida, após a confirmação da espécie baseando-se Freitas e Penny (2001); Freitas e Morales (2009). A criação foi mantida em sala climatizada (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP) do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica, RJ, em maio de 2012. Adotou-se a metodologia utilizada no laboratório de criação dessa espécie de crisopídeo estabelecida no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Periodicamente mais adultos eram coletados e introduzidos nas gaiolas visando revigorar a criação matriz.

Os adultos de *C. externa* foram mantidos em gaiolas de PVC (15 cm de altura x 10 cm de diâmetro) revestidas internamente com papel filtro (substrato para oviposição). As extremidades superior e inferior foram fechadas com tecido tipo *voile* de tergal e filó, respectivamente, para permitir as trocas gasosas. Cada gaiola foi posicionada sobre uma folha de papel toalha disposta no fundo de uma placa de Petri de vidro de 12 cm de diâmetro. A dieta utilizada foi levedo de cerveja e mel (1:1), uma mistura muito utilizada em laboratórios de criação de crisopídeos, a qual foi pincelada em uma tira de Parafilm[®] (3 cm de largura x 5 cm de comprimento), e fixada internamente na parte superior da gaiola. Água destilada foi provida aos adultos numa esponja, a qual foi umedecida a partir de um vidro de 10 ml que foi disposto de cabeça para baixo, sobre a esponja colocada sobre o tecido *voile* (parte superior) da gaiola. A cada dois dias a dieta, a água e o papel filtro eram trocados.

Os ovos depositados no papel filtro foram individualizados em tubos de ensaio de vidro de 30 ml, os quais foram fechados com filme de PVC. As larvas eclodidas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), que foram colocados a cada dois dias. Esses ovos foram adquiridos por compra da empresa brasileira Insecta Agentes Biológicos Ltda., em Lavras, MG.

2.2 Avaliação da Capacidade de Ingestão de Polens de Poaceae e Asteraceae por Adultos de *C. externa*

Foram avaliados os grãos de pólen de *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) e *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) (Sigma-Aldrich[®]). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições (Figura 1), sendo o experimento conduzido em sala climatizada nas mesmas condições da criação matriz de *C. externa* no CIMP.

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| MP1 | MP2 | FP2 | MP1 | MP2 | MP1 | FP2 | MP2 |
| FP1 | MP1 | MP1 | FP1 | MP2 | FP1 | MP2 | FP1 |
| FP1 | MP2 | FP1 | MP1 | MP2 | FP2 | MP1 | FP2 |
| FP2 | MP2 | MP1 | FP2 | FP2 | MP2 | FP2 | FP1 |
| MP1 | FP2 | FP1 | MP2 | FP2 | FP1 | FP1 | MP1 |

Figura 1. Croqui experimental. MP1 = um exemplar macho de *Chrysoperla externa* + pólen 1 (*Sorghum halepense*), MP2 = um exemplar macho de *C. externa* + pólen 2 (*Artemisia tridentata*), FP1 = um exemplar fêmea de *C. externa* + pólen 1, FP2 = um exemplar fêmea de *C. externa* + pólen 2.

Para condução desse experimento foram utilizados 40 adultos (20 fêmeas e 20 machos) de *C. externa* recém-emergidos, os quais foram obtidos a partir da criação matriz mantida no CIMP. Foi utilizada uma gaiola para cada inseto e os polens foram ofertados separados. Metade das gaiolas (10 fêmeas e 10 machos) recebeu o pólen 1 (*S. halepense*, sorgo) e a outra metade recebeu o pólen 2 (*A. tridentata*, artemísia). As gaiolas eram de PVC (10 cm de altura x 10 cm de diâmetro) e suas extremidades foram fechadas com filme de PVC. O pólen e a água foram colocados em tampa plástica de diâmetro de 1,5 cm, sendo que a água foi embebida em algodão hidrófilo. O tempo de exposição dos polens aos adultos de *C. externa* foi de 24 horas, tempo suficiente para o início da alimentação e manutenção da estrutura polínica antes da digestão.

Findo esse período, os insetos foram mortos por congelamento em freezer e levados para o processo de acetólise, o qual foi realizado no Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional (MN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na cidade do Rio de Janeiro, RJ. O método de acetólise utilizado foi o de Erdtman (1960), modificado por Melhem et al. (2003), descrito no capítulo 1, e teve o objetivo de recuperar os polens do trato digestivo ingeridos pelos adultos de *C. externa*.

O total de amostras processadas resultou em 120 lâminas que foram observadas em microscópio óptico Hund H-500 Wetzlar (Helmut Hund GmbH, Alemanha), em objetiva de imersão de 100x, e que também foi usado para realizar as fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies botânicas avaliadas por meio da câmera lúcida Leitz Wetzlar acoplada. As lâminas obtidas contendo os grãos de pólen das espécies botânicas avaliadas foram incorporadas à Palinoteca do Setor de Palinologia do Depto. de Botânica do MN/UFRJ.

2.3 Avaliação de Preferência entre Polens de Poaceae e Asteraceae por Adultos de *C. externa*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos [grãos de pólen de *Sorghum halepense* (Poaceae) e de *Artemisia tridentata* (Asteraceae) (Sigma-Aldrich[®])], com 40 repetições, isto é, 40 adultos de *C. externa* recém-emergidos, os quais foram obtidos a partir da criação matriz mantida no CIMP. O experimento foi conduzido em sala climatizada nas mesmas condições da criação matriz de *C. externa* no CIMP.

As gaiolas foram montadas da mesma forma que no experimento de ingestão de pólen dessas duas espécies botânicas, conforme descrito no item 2.2, mas os grãos de pólen foram ofertados no mesmo recipiente, porém, não foram misturados, pois assim, os insetos teriam liberdade de escolha. O tempo de exposição dos adultos de *C. externa* aos polens foi de 24 horas. Findo este período, os insetos foram mortos por congelamento no freezer e levados para o processo de acetólise no Laboratório de Palinologia do Depto. de Botânica (MN/UFRJ). Para saber a preferência entre os polens, a análise foi feita pela contagem dos dois tipos de grãos que foram ingeridos pelos insetos, usando um microscópio óptico com aumento de 100x, no Laboratório de Microscopia da Embrapa Agrobiologia (Seropédica, RJ).

Para verificar a preferência entre os polens de *S. halepense* e *A. tridentata* pelos adultos de *C. externa* foram utilizados os testes de Kolmogorov–Smirnov e Barlett, para verificar a normalidade dos dados e a homocedasticidade das variâncias, respectivamente. Como as amostras não apresentaram normalidade e homocedasticidade de variância, o teste estatístico de Wilcoxon a 5% de significância (SIEGEL, 1956) foi utilizado para analisar os dados.

2.4 Determinação de Caracteres Biológicos de *C. externa* Alimentada com Diferentes Dietas

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (Figura 2), e testados os efeitos de cinco dietas (A = levedo de cerveja + mel, B = pólen de Sorgo + mel, C = pólen de sorgo, D = mel, E= levedo de cerveja) sobre os seguintes parâmetros biológicos de *C. externa*: longevidade dos adultos, fecundidade, período de pré-oviposição, período de oviposição, número de ovos por fêmea e viabilidade de ovos, com sete repetições. O experimento foi conduzido em sala climatizada nas mesmas condições da criação matriz de *C. externa* no CIMP.

Os adultos de *C. externa* foram obtidos a partir de ovos da criação matriz mantida no CIMP. Quando recém-emergidos foram separados por sexo para formação de casais. Para diferenciar machos e fêmeas, foi observada a genitália, de acordo com Brooks e Barnard (1990) e Freitas e Penny (2001).

Foram analisados 35 casais e cada um foi acondicionado em gaiolas de PVC (10 cm de altura x 10 cm de diâmetro) revestidas na parte interna com papel filtro para as fêmeas ovipositarem. As gaiolas foram fechadas com tecido tipo *voile* nas duas extremidades para permitir as trocas gasosas.

| Bloco 1 | Bloco 2 | Bloco 3 | Bloco 4 | Bloco 5 | Bloco 6 | Bloco 7 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| D | E | C | C | B | B | B |
| E | A | A | D | C | A | E |
| B | C | E | B | D | E | C |
| C | B | D | E | A | C | D |
| A | D | B | A | E | D | A |

Figura 2. Croqui experimental. A = levedo de cerveja + mel; B = pólen de sorgo (*Sorghum halepense*) + mel; C = pólen de sorgo (*S. halepense*); D = mel; E = levedo de cerveja.

Quanto à composição e preparo das dietas, a dieta “A” foi composta por levedo de cerveja em pó (Arma Zen Produtos Naturais Ltda.[®], com 2 g de proteína e 2 g de carboidrato para cada 5g do produto) adicionado de mel. Essa é uma mistura muito utilizada em laboratórios de criação de crisopídeos (CARVALHO; SOUZA, 2000; OLIVEIRA et al., 2009); porém, neste experimento, estes ingredientes foram ofertados separados. A dieta “B” foi constituída por grãos de pólen de sorgo [*Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) da Sigma-Aldrich[®]] e mel, sendo colocados em recipientes separados. A dieta “C” constitui-se apenas de grãos de pólen de sorgo, sem adição de mel, com o objetivo de analisar o efeito dessa fonte de proteína vegetal, sem uma fonte de carboidrato. A dieta “D” foi constituída somente de mel, visando analisar o efeito dessa fonte de carboidrato na ausência de uma fonte proteica, e a dieta “E” apenas por levedo de cerveja em pó. O mel utilizado foi da abelha europeia (*Apis mellifera* L.), proveniente de florada predominantemente de laranjeira (marca Apiário Leão da COAPI RIO, São Gonçalo, RJ), sendo que cada 20 ml de mel contem 13 g de carboidrato e sem traços de proteína, conforme o rótulo da embalagem do produto.

Todas essas dietas foram ofertadas aos adultos de *C. externa* com o objetivo de averiguar se tratam de alimentos adequados para suprir as necessidades nutricionais, garantindo o potencial reprodutivo e o ciclo biológico dessa espécie.

Em todos os tratamentos a água foi ofertada em algodão hidrófilo, assim como as dietas que tiveram mel, o qual foi diluído em água na proporção de (1:1). Todas as dietas foram colocadas em tampas plásticas de diâmetro de 1,5 cm e trocadas a cada três dias juntamente com o papel filtro. As gaiolas foram inspecionadas diariamente para avaliação dos caracteres biológicos descritos a seguir.

2.4.1 Caracteres biológicos avaliados

2.4.1.1 Primeira geração (G1)

As variáveis biológicas avaliadas foram: longevidade de machos e fêmeas (tempo de vida dos adultos, em dias); período de pré-oviposição (intervalo de tempo, em dias, entre a

emergência do adulto e a primeira oviposição); período de oviposição (intervalo de tempo, em dias, entre a primeira e a última oviposição); fecundidade (número total de ovos depositados pelas fêmeas durante o período reprodutivo); número diário de ovos por fêmea; viabilidade de ovos (porcentagem de larvas eclodidas em relação ao número total de ovos). Para determinar esse último parâmetro, a cada três dias, todos os ovos eram retirados das gaiolas e individualizados em placas do tipo ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) de poliestireno transparente, usadas em testes sorológicos de virologia.

2.4.1.2 Segunda geração (G2)

Uma amostra de 20 ovos por tratamento foi retirada das gaiolas e os ovos individualizados em tubos de ensaio visando a obtenção de adultos para a segunda geração. As larvas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella* fornecidos a cada dois dias. Ao atingirem a fase adulta foram separados em casais e colocados cada um em uma gaiola de PVC (10 cm de altura x 10 cm de diâmetro) com a mesma dieta ofertada na geração anterior, da qual se originaram. Foram obtidas quatro repetições, porém nem todos os tratamentos foram representados por não haver número suficiente de indivíduos.

As variáveis biológicas analisadas para segunda geração foram: período de pré-oviposição e viabilidade dos ovos produzidos durante três dias do período reprodutivo (geração G3). A separação dos ovos para avaliação da viabilidade foi procedida da mesma forma que para a primeira geração.

2.4.2 Análise estatística

As variáveis (longevidade, fecundidade, período de pré-oviposição, período de oviposição, número de ovos por fêmea e viabilidade de ovos) foram analisadas por meio dos Modelos Lineares Generalizados – MLG (NELDER; WENDDERBURN, 1972), com distribuição Poisson ou quasipoisson. Esta metodologia foi aplicada porque as variáveis obtidas tiveram essas características e, portanto, não atenderam as pressuposições básicas dos métodos de inferência paramétrica (distribuição normal dos dados, por exemplo), mesmo após transformações dos dados e, também, porque permite a correção de dados mais dispersos.

De acordo com Neves (2008), nessa metodologia, ao contrário dos métodos de transformações matemáticas 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. Foi utilizado o pacote estatístico R, versão 2.15.0 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Avaliação da Capacidade de Ingestão de Polens de *Sorghum halepense* (Poaceae) e *Artemisia tridentata* (Asteraceae) por Adultos de *C. externa*

Tanto os machos quanto as fêmeas de *C. externa* ingeriram grãos de pólen de sorgo (*S. halepense*) e artemísia (*A. tridentata*) (Figura 3), indicando uma possível aceitação dos mesmos como recurso alimentar e, portanto, possibilitando a condução dos demais experimentos.

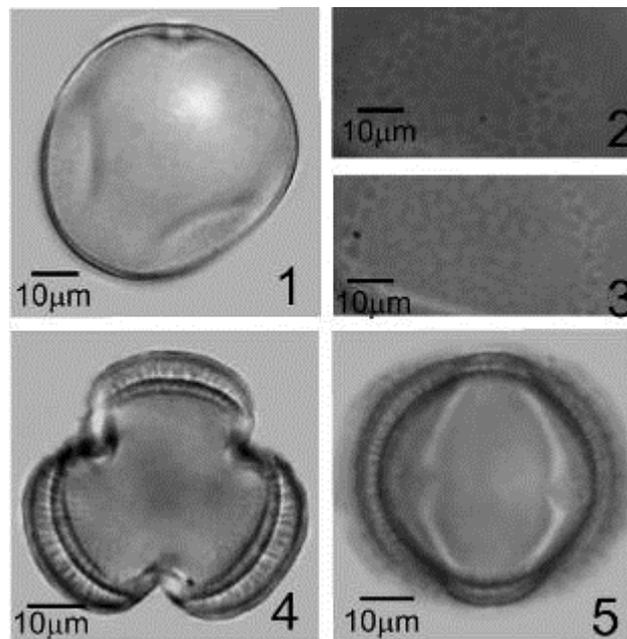


Figura 3. Fotomicrografia de grãos de pólen de *Sorghum halepense* (Poaceae) e *Artemisia tridentata* (Asteraceae) em microscopia óptica (100x): 1-3. *S. halepense*. 1. vista equatorial, corte óptico; 2-3. Análise de L.O. (luz obscura); 4-5. *A. tridentata*, corte óptico. 4. vista polar; 5. vista equatorial.

Foram extraídos 31.267 grãos de pólen de 80% dos adultos de *C. externa* avaliados ($n = 40$ adultos) e 20% não ingeriram nenhum dos polens ofertados. O número de grãos ingeridos variou de 1 a 6.016, sendo que a maior concentração (75%) foi constatada abaixo de 1.000 grãos de pólen (Figura 4).

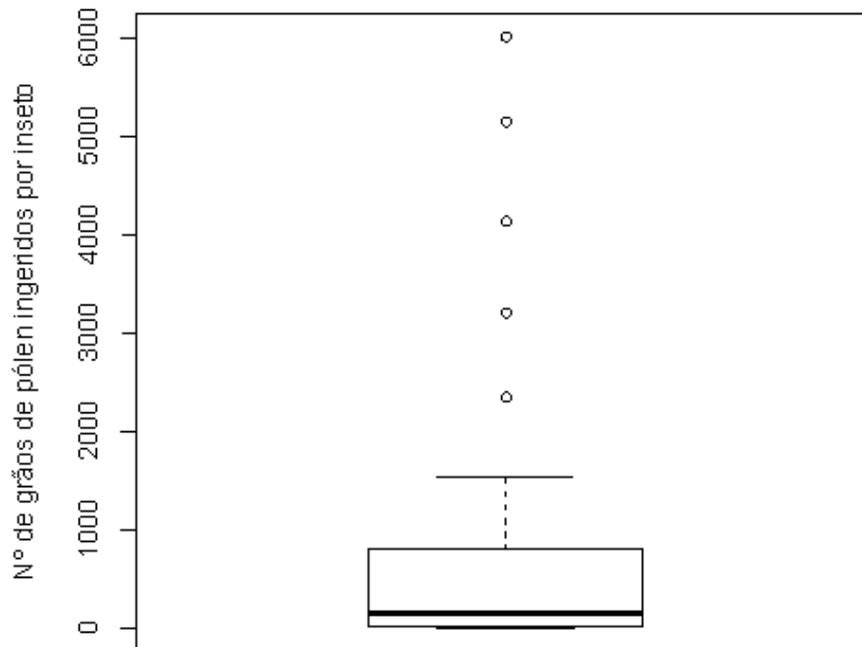


Figura 4. Desenho esquemático para número de grãos de pólen (*Sorghum halepense* e *Artemisia tridentata*) ingeridos por *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.

Medeiros et al. (2010) também confirmaram a ingestão de grãos de polens de Poaceae e Asteraceae por adultos de *C. externa*, mas em área de cultivo orgânico em Brasília, DF, sendo aqueles de Asteraceae identificados como de *Aspilia* Thouars. Da mesma forma, Villenave et al. (2006) constataram que grãos de pólen dessas famílias botânicas também são ingeridos por outras duas espécies de *Chrysoperla*: *C. carnea* (Stephens) e *C. lucasina* (Lacroix), em quatro agroecossistemas na França.

Também foi possível obter informações sobre a diferença entre o número de grãos de pólen ingeridos, quando a variável sexo foi considerada. Dos adultos que se alimentaram, 16 eram machos e 16 eram fêmeas. Oito insetos não se alimentaram, sendo quatro machos e quatro fêmeas. Os machos ingeriram um total de 10.783 grãos de polens e as fêmeas 20.484 grãos, isto é, quase o dobro ingerido pelos machos.

Observa-se no boxplot (Figura 5), a presença de outliers (ou valores atípicos) em machos e fêmeas e, como ocorrências desse tipo são possíveis de ser encontradas na natureza, foi necessário recorrer a métodos estatísticos que incluíssem essa informação nas análises. De acordo com Soares e Siqueira (1999), uma alternativa é realizar uma transformação nos dados, sendo que, neste estudo, a mais adequada foi obtida pelo procedimento de Box e Cox (1964). Verificou-se que os dados atendiam às pressuposições básicas (normalidade e homogeneidade de variância) para aplicação dos testes paramétricos, assim, utilizou-se o teste t e observou-se que não houve diferença significativa entre o consumo médio de grãos de polens entre machos e fêmeas de *C. externa* ($t = -0,21$, $p\text{-value} = 0,84$).

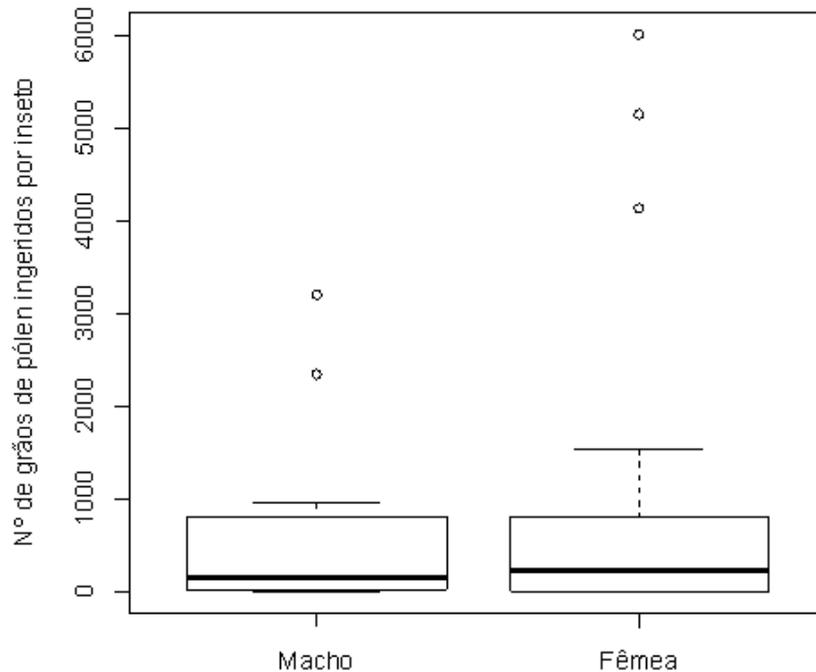


Figura 5. Desenho esquemático para o número de grãos de pólen ingeridos por machos e fêmeas de *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.

3.2 Avaliação da Preferência entre Polens de *Sorghum halepense* (Poaceae) e *Artemisia tridentata* (Asteraceae) por Adultos de *C. externa*

Dos crisopídeos analisados ($n = 40$), 68,6% ingeriram os dois tipos de pólen, sendo 11.861 e 9.756 polens de sorgo e artemísia, respectivamente; 11,4% ingeriram somente pólen de sorgo (6 grãos de pólen); 5,7% ingeriram apenas pólen de artemísia (138 grãos de pólen); e 14,3% dos insetos não ingeriram nenhum dos polens ofertados. No final do experimento foram observados cinco insetos mortos, dos quais três consumiram ambos os tipos de polens, um ingeriu só pólen de artemísia e nenhum dos polens foi ingerido pelo outro exemplar. Como não se soube do horário exato da morte desses insetos, não foi possível inferir se algum dos tipos de pólen foi ingerido em maior quantidade do que o outro, devido à possível maior sobrevivência de um dos exemplares. Assim sendo, os dados de contagem de polens consumidos por esses exemplares não foram considerados na análise estatística de preferência.

Dos insetos que se alimentaram de ambos os tipos de polens, 66,6% ingeriram mais pólen de sorgo que de artemísia, entretanto, não foi constatado diferença significativa a 5% entre o número total de polens ingeridos pelos adultos de *C. externa* (Wilcoxon valor- $p = 0,218$) (Figura 6).

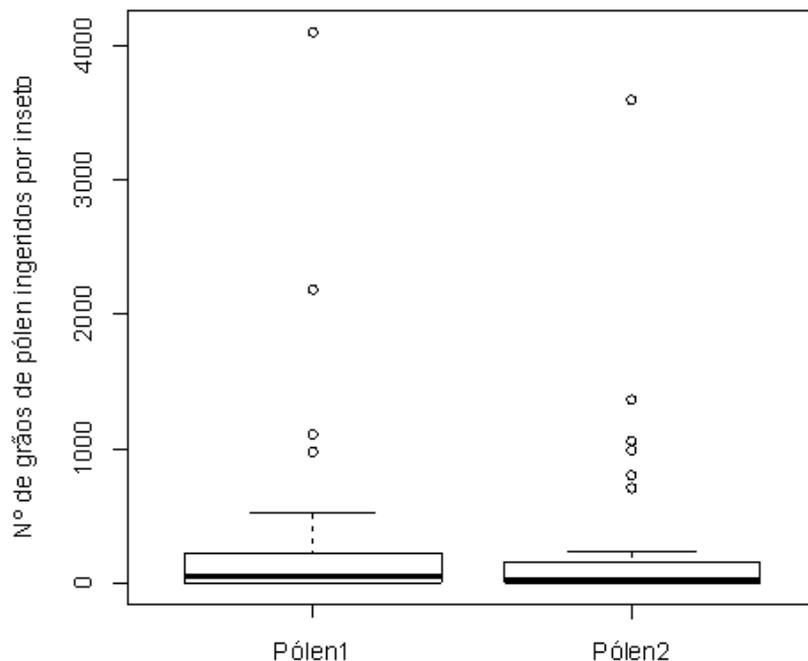


Figura 6. Desenho esquemático para o número de grãos de pólen ingeridos por *Chrysoperla externa* em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Pólen 1 = *Sorghum halepense*. Pólen 2 = *Artemisia tridentata*. Seropédica, RJ.

Em trabalhos como os de Villenave et al. (2006), Denis; Villenave (2009), Medeiros et al. (2010) e no experimento referente ao capítulo 1 do presente estudo, foram encontrados grãos de pólen de Poaceae em maior quantidade que polens de Asteraceae, sugerindo que *C. externa* tem maior preferência por esta família botânica. Medeiros et al. (2010), além de mostrar que grãos de pólen de Poaceae foi mais abundante em *C. externa*, estudou quais polens são mais ingeridos por *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) e concluíram que o pólen de Asteraceae foi o mais comum para essa joaninha.

3.3 Caracteres Biológicos de *C. externa* Alimentada com Diferentes Dietas

3.3.1 Primeira geração (G1)

As médias aritméticas, na escala de Poisson, referentes à longevidade dos adultos e ao comportamento reprodutivo após a ingestão de diferentes dietas, com as respectivas comparações realizadas de acordo com as análises de deviances, encontram-se na Tabela 1.

A dieta A foi a única que favoreceu todos os parâmetros biológicos avaliados para *C. externa* sendo classificada como dieta viável. Todos os parâmetros biológicos (exceto a longevidade dos machos de *C. externa*) avaliados por Oliveira et al. (2009) com a mistura de levedo e mel foram, em geral, melhores do que no presente estudo, onde esses ingredientes foram ofertados separadamente. Esses resultados sugerem que os adultos de *C. externa* são mais beneficiados, principalmente quanto as suas características reprodutivas, quando esses dois ingredientes são ofertados misturados.

A longevidade média dos machos e das fêmeas de *C. externa* diferiu significativamente em função das diferentes dietas. Para machos, não houve diferença entre as dietas A e D, enquanto a longevidade das fêmeas e dos casais não diferiu quando se alimentaram dessas duas dietas e da B (Tabela 1). Os valores obtidos no presente estudo para o uso de pólen como alimento exclusivo foram inferiores àqueles encontrados por Venzon et

al. (2006), quando usaram somente grãos de pólen de Fabaceae como dieta para fêmeas e machos de *C. externa*: 33,0 e 39,0 dias para guandu [*Cajanus cajan* (L.)] e 32,4 e 41,0 dias para crotalária (*Crotalaria juncea* L.), respectivamente, e não houve diferença significativa entre essas dietas conforme o sexo. Uma provável explicação é que as leguminosas (Fabaceae) são conhecidas como excelentes fontes de proteínas, havendo a possibilidade da quantidade e/ou qualidade das proteínas dessas leguminosas serem mais adequadas, proporcionando um aumento na longevidade dos adultos em relação ao resultado obtido no presente estudo. Roulston et al. (2000) citam teores superiores a 50% de proteína para os grãos de pólen de duas espécies de *Crotalaria* L.: 52,7% para *C. retusa* L. e 51,0% para *C. sagittalis* L., enquanto que os grãos de pólen da cultivar de *Sorghum halepense* avaliado no presente estudo têm 29,9% de proteína. Esse valor, porém, é relativamente superior ao teor de proteína dos grãos de guandu (24,9%) e de *C. juncea* (25,6%) (VENZON et al., 2006).

Tabela 1. Longevidade da geração G1 de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), parâmetros reprodutivos das fêmeas e viabilidade dos ovos, em função da dieta ingerida ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.

| Dieta | Longevidade (dias) ¹ | | | Período de pré-oviposição (dias) ¹ | Período de oviposição (dias) ¹ | Nº de ovos/fêmea/dia ¹ | Fecundidade (Nº total de ovos/fêmea) ¹ | Viabilidade dos ovos (%) ¹ |
|-----------------------------|---------------------------------|---------|---------|---|---|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| | Macho | Fêmea | Casal | | | | | |
| A (levedo de cerveja + mel) | 51,71 a | 72,29 a | 62,00 a | 28,83 b | 43,17 a | 6,48 a | 341,57 a | 42,93 a |
| B (pólen de sorgo + mel) | 14,42 b | 74,29 a | 44,35 a | 17,50 b | 61,50 a | 2,85 c | 54,57 b | 69,24 a |
| C (pólen de sorgo) | 2,29 b | 2,29 b | 2,29 b | - | - | - | - | - |
| D (mel) | 43,00 a | 64,57 a | 53,79 a | 54,50 a | 1,67 b | 4,77b | 2,71 c | 58,33 a |
| E (levedo de cerveja) | 10,71 b | 27,57 b | 19,14 b | - | - | - | - | - |

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

Mesmo quando foi ofertado pólen de sorgo e mel (dieta B), os valores de longevidade de ambos os sexos foram inferiores aos obtidos por Venzon et al. (2006), quando também acrescentaram mel aos polens de gandu e crotalária, com exceção para pólen de crotalária + mel, que resultou em uma longevidade média das fêmeas inferior (59,2 dias) à obtida com a dieta B.

Oliveira et al. (2009), quando ofertaram apenas polens de duas outras espécies de Poaceae, observaram valores de longevidade média de *C. externa* relativamente superiores ao encontrado no presente estudo quando foi ofertado a dieta C. Segundo esses autores, a longevidade média foi de 20,1 e 12,0 dias para machos e 18,1 e 16,9 dias para fêmeas alimentados, respectivamente, de grãos de pólen de capim elefante (*Pennisetum purpureum* (Schum) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), sugerindo que o conteúdo e/ou a qualidade das proteínas do pólen de sorgo seja pior para adultos de *C. externa* do que dos grãos dessas duas espécies de forrageiras. Entretanto, quando o pólen de sorgo foi ofertado com mel, as fêmeas de *C. externa* viveram por mais tempo em comparação com o resultado de Oliveira et al. (2009), que encontraram em média 59,4 dias quando ministraram dieta de pólen de braquiária com mel.

No entanto, a longevidade média das fêmeas de *C. externa* que consumiram a dieta B foi superior aos valores encontrados por Resende (2012), os quais foram de 21,8; 39,0 e 23,67 dias, não diferindo entre si, quando confinadas com flores de endro (*Anethum graveolens* L.), coentro (*Coriandrum sativum* L.) e erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.), respectivamente, embora essas plantas possuam nectários florais. Contrariamente, os machos alimentados com a dieta B apresentaram longevidade média relativamente mais baixa do que as observadas por esse autor (21,6; 19,8 e 22,0 dias, respectivamente).

Observou-se que as dietas que continham mel (dietas A, B e D) proporcionaram maior longevidade para as fêmeas de *C. externa*. Esses resultados corroboram os de Venzon et al. (2006) e Oliveira et al. (2009), assim como os de McEwen e Kidd (1995), mostrando, estes últimos autores, que a longevidade dos adultos de *C. carnea* foi diretamente afetada pela dieta do adulto, e encontraram que aqueles que receberam dietas com adição de apenas açúcar viveram mais tempo do que aqueles que receberam dieta de açúcar + levedo.

No presente estudo, as fêmeas de *C. externa* alimentadas com a dieta D, constituída somente por mel, ou seja, apenas pela fonte de carboidrato, levaram maior tempo para realizar a primeira oviposição, diferindo significativamente das dietas A e B, onde o mel foi ofertado, ao mesmo tempo, com levedo e pólen de sorgo, respectivamente (Tabela 1). De acordo com Gautam e Paul (1988) e Ribeiro (1988), o período de pré-oviposição é influenciado pela alimentação, pois quando a dieta é constituída por carboidratos e proteínas, esse parâmetro é reduzido. Portanto, os resultados obtidos vão ao encontro dos de Krishnamoorthy (1984), que encontrou um menor período de pré-oviposição para *Brinckochrysa. scelestes* (= *Chrysopa. scelestes*) quando se alimentou de “honeydew” (fonte de carboidrato) + pólen de mamona em relação à dieta constituída apenas por mel.

Todavia, o período de pré-oviposição obtido para fêmeas alimentadas com a dieta B foi relativamente maior quando comparado aos valores encontrados por Venzon et al. (2006), quando usaram grãos de pólen de gandu e crotalária, ambos acrescidos de mel, como dieta para as fêmeas de *C. externa* (4,7 e 5,3 dias, respectivamente), e por Oliveira et al. (2009), quando ministraram grãos de pólen de Poaceae + mel (10,87 dias para capim-elefante e 7,28 dias para braquiária); porém, ficou mais próximo do valor médio do período de pré-oviposição (15,77 dias) das fêmeas alimentadas com grãos de pólen de mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) + mel. Quando fêmeas de *C. externa* foram confinadas com flores da Apiaceae (endro, coentro ou erva-doce) por Resende (2012), o período de pré-oviposição foi bem mais curto (8,50; 7,75 e 9,67 dias, respectivamente) quando comparado ao das fêmeas que receberam a dieta B. Contudo, aquelas alimentadas com a dieta A

apresentaram período de pré-oviposição (28,83 dias) bem superior ao encontrado por Oliveira et al. (2009) e Pessoa et al. (2010), que obtiveram médias de 7,71 e 4,8 dias, respectivamente, quando as fêmeas de *C. externa* foram alimentadas com os mesmos ingredientes alimentares, porém, formando uma mistura única.

O período de oviposição das fêmeas de *C. externa* alimentadas com as dietas A e B não diferiram entre si, mas foi significativamente maior do que quando alimentadas com a dieta D. Esse período observado para a dieta B foi relativamente maior do que os encontrados por Oliveira et al. (2009), quando ofertaram dieta a base de pólen de duas espécies de Poaceae ou de mamona, todas acrescidas de mel (49,62; 38,71 e 49,33 dias para capim-elefante, braquiária e mamona, respectivamente), porém, a dieta A proporcionou um período menor do que o encontrado por estes autores (70,42 dias) ao ofertarem os mesmos ingredientes misturados. Quando Resende (2012) ofertou flores de endro, coentro e erva-doce às fêmeas desse mesmo crisopídeo, o período de oviposição foi relativamente menor (9,75; 30,75 e 14,00 dias, respectivamente) do que o valor obtido com a dieta B. Isso sugere que o néctar dessas apiáceas possa apresentar uma concentração de açúcares inferiores ao do mel.

A produção média diária de ovos de *C. externa* diferiu estatisticamente entre dietas A, B e D, sendo que essa produção significativamente maior para a dieta A, seguida pela dieta D, e pela dieta B, que proporcionou a mais baixa produção diária. Todavia, o número de ovos depositados diariamente por cada fêmea alimentada com a dieta A foi relativamente menor que o encontrado por Oliveira et al. (2009) e Pessoa et al. (2010) (8,51 e 14,1 ovos/fêmea/dia, respectivamente), usando os mesmos ingredientes para a dieta das fêmeas, porém fornecidos de forma misturada. De acordo com McEwen e Kidd (1995), o levedo deve ser adicionado à dieta porque proporciona maior produção de ovos, particularmente por *C. carnea*. Todavia, as fêmeas alimentadas com a dieta B depositaram diariamente um número de ovos relativamente menor quando comparado com os valores obtidos por Oliveira et al. (2009), quando ofertaram pólen de capim-elefante e de mamona, ambos com mel (6,38 e 6,08 ovos/fêmea/dia, respectivamente), enquanto que o valor obtido quando fornecido somente pólen de capim-elefante (4,49 ovos/fêmea/dia) ficou relativamente próximo ao obtido com a dieta D. Resende (2012) observou que a oferta de flores de endro, coentro e erva-doce não influenciou esse parâmetro reprodutivo, porém, os valores obtidos (7,15; 7,51 e 8,46 ovos/fêmea/dia, respectivamente) foram relativamente superiores ao observado com a dieta A.

As médias para o total de ovos produzidos por fêmea diferiu estatisticamente para os três tratamentos (A, B e D), sendo que as fêmeas alimentadas com a dieta A produziram cerca de 6,25 vezes mais ovos do que aquelas que se alimentaram da dieta B, e essas, por sua vez, foram mais fecundas do que as que se alimentaram com a dieta D. A fecundidade das fêmeas alimentadas com a dieta B foi relativamente inferior aos valores obtidos por Venzon et al. (2006), quando ministraram pólen de duas leguminosas + mel como dieta para fêmeas de *C. externa*, correspondendo a 667,5 e 444,3 ovos/fêmea, para guandu e crotalária, respectivamente. O valor observado para dieta A, todavia, foi ao redor de 1,7 vezes inferior aos resultados de Oliveira et al. (2009) e Pessoa et al. (2010), que observaram 586,85 e 576,9 ovos/fêmea, respectivamente, quando utilizaram levedo de cerveja + mel. Contudo, o total de ovos/fêmea quando alimentadas com a dieta A foi próximo ao valor obtido por Oliveira et al. (2009), quando ministraram pólen de capim-elefante + mel para as fêmeas (337,62 ovos/fêmea), mas superior aos valores obtidos por esses autores com as dietas polínicas acrescidas de mel (241,22 e 207,71 ovos/fêmea para pólen de manoma e braquiária, respectivamente). A oferta de flores de Apiaceae também proporcionou maior fecundidade às fêmeas de *C. externa*, conforme observado por Resende (2012), embora não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos (222,25; 94,00 e 84,33 ovos/fêmeas para coentro, endro e erva-doce, respectivamente). De acordo com McEwen e Kidd (1995), o aumento da fecundidade não depende apenas de proteínas na composição da dieta dos crisopídeos, mas

também da inclusão de açúcares. Krishnamoorthy (1984) e Gautam e Paul (1988) observaram o aumento da fecundidade quando foi adicionado mel ao pólen de mamona ofertado a *B. scelerates*.

Segundo Tood e Bretherick (1942), devido ao baixo teor de carboidratos encontrados nos polens, faz-se necessário a associação de mel para o sucesso reprodutivo dos insetos, como no caso dos adultos dos crisopídeos, que são conhecidos serem glicopolinívoros, se alimentando de pólen e néctar e/ou “honeydew” como fontes de proteínas e carboidratos, respectivamente (PRINCIPI; CANARD, 1984; CANARD, 2001; ROBINSON et al., 2008; ALBUQUERQUE, 2009). Sendo assim, a baixa produção de ovos pelos crisopídeos, ou mesmo, a não produção verificada no presente estudo, pode ter sido devido à ausência de açúcar ou à presença em quantidades insuficientes em algumas dietas avaliadas.

A viabilidade dos ovos não diferiu estatisticamente, assim como nos resultados de Venzon et al. (2006), Oliveira et al. (2009), Pessoa et al. (2010) e Resende (2012). Os ovos produzidos por fêmeas confinadas com pólen de sorgo + mel apresentaram viabilidade muito próxima da encontrada por Oliveira et al. (2009) quando utilizaram pólen de capim-elefante + mel (69,72%), por Venzon et al. (2006), usando apenas pólen de guandu (70,4%) e por Resende (2012), utilizando flores de erva-doce (70,62%). O valor desse parâmetro obtido quando se ofertou a dieta A foi relativamente menor do que o constatado por Oliveira et al. (2009) (68,23%). Os ovos depositados pelas fêmeas alimentadas com a dieta D apresentaram uma viabilidade muito próxima ao valor obtido por esses autores, quando ofertaram pólen de mamona + mel (58,76%), a qual não diferiu significativamente das demais dietas testadas pelos mesmos.

As dietas C e E foram consideradas inviáveis, pois não permitiram que *C. externa* completasse seu ciclo, apenas lhes garantindo a sobrevivência. Ambas não diferiram significativamente entre si, mas diferiram estatisticamente da dieta A, cujos ingredientes compõem a dieta padrão para criação de crisopídeos em laboratório (CARVALHO; SOUZA, 2000). Com a dieta C, composta apenas por pólen de sorgo (fonte de proteína), a longevidade média dos adultos foi muito baixa e, conseqüentemente, os outros parâmetros biológicos não tiveram como ser avaliados. Das fêmeas que se alimentaram com a dieta E (levedo de cerveja), apenas uma fêmea colocou ovos, não sendo possível o cálculo da variabilidade associada, optando-se por não considerá-la na análise de comparação com outras dietas. A dieta D também foi considerada inviável pelo fato das fêmeas terem produzidos apenas 19 ovos, não sendo possível avaliar a segunda geração. No trabalho de Oliveira et al. (2009), fêmeas de *C. externa* não ovipositaram quando foram alimentadas com polens de mamona, braquiária e capim-elefante, sem acréscimo de mel, demonstrando a importância de ambos os recursos florais para reprodução dessa espécie.

3.3.2 Segunda geração (G2)

Os crisopídeos alimentados com as dietas C, D e E não conseguiram atingir a segunda geração (Tabela 2), pois as fêmeas não ovipositaram quando se alimentaram da dieta C, produziram poucos ovos quando ingeriram a dieta D e apenas uma fêmea ovipositou quando confinada com a dieta E. Por consequência, os parâmetros biológicos não foram analisados, e as dietas não são apropriadas para alimentação dos adultos de crisopídeos.

As fêmeas que se alimentaram com a dieta B, apesar de terem apresentado uma fecundidade baixa na primeira geração (54,6 ovos/fêmea) em relação à dieta A (341,6 ovos/fêmea), conseguiram chegar à segunda geração.

Tabela 2. Período de pré-oviposição e viabilidade dos ovos produzidos por fêmeas da geração G2 de *Chrysoperla externa* em função da dieta ingerida ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase). Seropédica, RJ.

| Dieta | Período de pré-oviposição (dias) ¹ | Viabilidade dos ovos (%) ¹ |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| A (levedo de cerveja + mel) | 17,50 a | 57,86 a |
| B (pólen de sorgo + mel) | 15,00 a | 62,25 a |

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

O período de pré-oviposição de *C. externa* para a segunda geração foi menor que para a primeira, não havendo diferença significativa entre as dietas A e B (Tabela 2). É possível que a redução desse parâmetro da primeira para a segunda geração seja resultado do pré-condicionamento alimentar da espécie, ou seja, os indivíduos tendem a metabolizar melhor um mesmo alimento usado por determinadas gerações. Resende (2012) não observou grande variação no período pré-reprodutivo entre as duas gerações de *C. externa* confinada com flores de Apiaceae (endro, coentro e erva-doce), sendo que houve apenas um pequeno aumento quando as fêmeas se alimentaram de flores de coentro (7,75 dias na G1 e 9,2 dias na G2).

No presente estudo, não houve diferenças significativas nos valores da viabilidade dos ovos de *C. externa* entre as gerações G1 e G2, embora a viabilidade dos ovos da geração G1 para a dieta A tenha sido relativamente menor que na geração G2. O contrário ocorreu com a dieta B que proporcionou uma redução na porcentagem de eclosão dos ovos, porém, ambas as dietas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). Quanto a esse parâmetro, Resende (2012) também não observou diferenças discrepantes na viabilidade dos ovos entre as duas gerações, embora tenha ocorrido uma pequena redução na porcentagem de eclosão quando as fêmeas foram confinadas com flores das três espécies de Apiaceae avaliadas.

A dieta constituída por levedo de cerveja + mel é uma mistura muito utilizada em laboratórios de criação de crisopídeos (CARVALHO; SOUZA, 2000) e muitos estudos já comprovaram a importância nutricional para o desenvolvimento dos adultos desses insetos (OLIVEIRA et al., 2009). Os resultados do presente estudo enfatizam a importância da associação de fonte protéica e carboidrato na alimentação dos crisopídeos. A dieta B (pólen de sorgo + mel), apesar de ter as duas fontes, não proporcionou uma resposta satisfatória, podendo o pólen industrial não ter a porcentagem devida de proteína, recomendando-se que seja feita a análise protéica desse pólen, o que não foi realizado no presente estudo, nem apresentado pelo fabricante (Sigma-Aldrich). Todavia, Roulston et al. (2000) citam que os grãos de pólen de *Sorghum halepense* apresentam 29,9% de proteína, embora esse percentual possa variar com o genótipo e as condições ambientais de cultivo. O levedo de cerveja usado no presente estudo apresenta um teor de proteína estimado em 40%, considerando-se que em cada 5 g do produto, 2 g são de proteínas, conforme especificado na embalagem pelo fabricante (Arma Zen[®]). Dessa forma, o levedo de cerveja tem 10% a mais de proteína que os grãos de pólen de *S. halepense*, mas que não foram suficientes para melhorar a taxa reprodutiva de *C. externa*, sem a adição de uma fonte de carboidrato, como o mel.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho e naqueles do capítulo I, pode-se inferir que a presença de plantas de *S. halepense*, vulgarmente conhecido como sorgo-de-alepo e capim-massambará, no agroecossistema pode contribuir para a conservação dos adultos de *C. externa*. Visto serem glicopolinívoros e de hábito alimentar generalista, torna-se necessária a inclusão de espécies botânicas possuidoras de nectários florais ou extraflorais para auxiliar na multiplicação desses insetos nos agroecossistemas, conforme ponderado por Venzon et al. (2006). As Poaceae, como o sorgo e o milho, são conhecidas por produzirem

grande quantidade de pólen (FREITAS, 2002) e, portanto, serveriam como fonte desse recurso para os adultos de *C. externa*.

Freitas (2002), por exemplo, cita que os adultos de *C. externa* buscam pólen nas gramíneas invasoras que constituem a cobertura do solo nos agroecossistemas. Há relato do movimento de crisopídeos na cultura do algodoeiro (*Gossypium* spp., Malvaceae), possuidoras de nectários extraflorais, a partir da margem plantada com sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] granífero, beneficiando a manutenção desses predadores no agroecossistema (FYE; CARRANZA, 1972). O consórcio de sorgo (*S. bicolor*) com repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*, Brassicaceae), que é uma técnica especificamente planejada para aumentar a população de crisopídeos nos Estados Unidos da América, resultou num aumento de 10 vezes o número de ovos de crisopídeos na cultura do repolho; no entanto, o número de ovos foi aumentado ainda mais quando se pulverizou, sobre a cultura do repolho, alimentos suplementares para os adultos (WELLIK; SLOSSER, dados não publicados apud CANARD et al., 1984). Entre esses alimentos, é comum o uso de solução de 40% de levedura de cerveja hidrolisada mais mel, a qual, por exemplo, aumenta sensivelmente a fecundidade de *Chrysopa californica* Banks (HAGEN, 1950), resultando no aumento do número de ovos depositados.

4 CONCLUSÕES

1. Os machos e as fêmeas de *Chrysoperla externa* ingerem grãos de pólen de *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Poaceae) e *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) em quantidades iguais e não exibem preferência entre essas espécies botânicas;
2. A dieta artificial constituída por grãos de pólen de *S. halepense* e mel, ofertados separadamente, não constituiu uma dieta viável para o desenvolvimento de *C. externa*, embora favoreça a longevidade das fêmeas;
3. As dietas artificiais com levedo de cerveja e pólen de sorgo que não incluam mel não se constituem em dietas viáveis, inclusive reduzem o tempo de vida dos machos e das fêmeas;
4. O fato de *C. externa* ingerir grãos de pólen de uma determinada espécie não garante que ele seja adequado para sua sobrevivência e reprodução.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G.S. Chrysopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 969-1022.

ALBUQUERQUE, G.S., TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, n. 2, p. 8-13, 1994.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An Analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, n. 2, p. 42-56, 1964.

BROOKS, S.J.; BARNARD, P.C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History**, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

CANARD, M. Natural food and feeding habits of lacewings. In: McEWEN, P.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 116-129.

CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. 294p. (Series Entomologica, 27).

CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO V.H.P. (ed). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2000. cap.6, p. 91-110.

COSTA, M.B. **Uso de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) no controle de *Aphis gossypii* Glover, 1877 em *Cucumis sativus* L. em ambiente protegido**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DENIS, A.; VILLENAVE, J. Habitats and food preferences concerning Syrphidae and Chrysopidae auxiliaries. 2009. 11p. Disponível em: <http://alicedenis.toile-libre.org/ARTICLE_AD.pdf> Acesso Em: 10 jul. 2013.

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

FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. São Paulo: FUNEP, , 2001. 66p.

FREITAS, S.; MORALES, A.C. Indicadores morfométricos em cabeças de espécies brasileiras de *Chrysoperla* (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 499-503, 2009.

- FREITAS, S.; PENNY, N.D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 52, n. 19, p. 245-395, 2001.
- FYE, R.E.; CARRANZA, R.L. Movement of insect predators from grain sorghum to cotton. **Environmental Entomology**, v. 1, n. 2, p. 790-791, 1972.
- GAUTAM, R.D.; PAUL, A.V.N. Influence of adult food supplements on *Chrysopa scelestes* Banks (Chrysopidae: Neuroptera). **Journal of Entomological Research**, v. 12, p. 25-27, 1988.
- HAGEN, K.S. Fecundity of *Chrysopa californica* as aspected by synthetic foods. **Journal of Economic Entomology**, v. 43, p. 101-104, 1950.
- HAGEN, K.S.; TASSAN, R.L. The influence of food wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Canadian Entomologist**, v. 86, p. 315-320, 1970.
- HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260p.
- HODEK, I.; HONEK, A. **Ecology of Coccinellidae**. London: Kluwer Academic, 1996. 464p.
- HOUSE, H.L. Nutrition of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. (eds.). **Biological control by augmentation of natural enemies**. New York: Plenum Press, 1977. p. 151-182.
- IPERTI, G.; BRUN, J.; DAUMAL, J. Possibilité de multiplication des coccinelles coccidiphades et aphidiphages (Coleoptera: Coccinellidae) a 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.; TREPANIER-BLAIS, N. Valeur alimentaire des oeufs d' *Anagasta kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae) pour une coccinelle aphidiphage: *Adonia ll-notata* Schn. **Entomophaga**, v. 17, p. 437-441, 1972.
- KRISHNAMOORTHY, A. Influence of adult diet on the fecundity and survival of the predator, *Chrysopa scelestes* (Neur.: Chrysopidae). **Entomophaga**, v. 29, n. 4, p. 445-450, 1984.
- McEWEN, P.K.; KIDD, N.A.C. The effects of different components of an artificial food on adult green lacerwing (*Chrysoperla carnea*) fecundity and longevity. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 77, p. 343-346, 1995.
- 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**, 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-ESTEVEES, V.L. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo**, n. 16, p. 1-104, 2003.

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

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. (eds.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 147-172.

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

OLIVEIRA, S.A.; AUAD, A.M.; SOUZA, B.; CARVALHO, C.A.; SOUZA, L.S.; AMARAL, R.L.; SILVA, D.M. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 583-588, 2009.

PESSOA, L.G.A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E.S. Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 723-725, 2010.

PRINCIPI, M.M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984. (Series Entomologica, 27). p. 76-92.

R CORE DEVELOPMENT 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: 07 julho 2013.

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

RIBEIRO, M.J. **Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas**. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitossanidade) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROBINSON, K.A.; JONSSON, M.; WRATTEN, S.D.; WADE, M.R.; BUCKLEY, H.L. Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, p. 172-181, 2008.

ROULSTON, T.H.; CANE, J.H.C.; BUCHMANN, S.L. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny? **Ecological Monographs**, v. 70, n. 4, p. 617-643, 2000.

SIEGEL, S. **Nonparametric statistics**: for the behavioral sciences. New York: McGraw-Hill, 1956.

SOARES, J.F.; SIQUEIRA, A.L. **Introdução à estatística médica**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 300p.

TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Thermal accumulations, diapause, and oviposition in a conifer-inhabiting predator, *Chrysopa harrisii* (Neuroptera). **Canadian Entomologist**, v.106, p.969-978, 1974.

TOOD, F.E.; BREATHERICK, O. The composition of pollens. **Journal of Economic Entomology**, v. 35, n. 3, p.312-317,1942.

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**, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

VILLENAVE, J., DEUTSCH, B., LODÉ, T.; RAT-MORRIS, E. Pollen choice by the *Chrysoperla* species (Neuroptera: Chrysopidae) occurring in the crop environment of western France. **European Journal of Entomology**, v. 103, n. 4, p. 771-777, 2006.