

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

SIMONE SILVA DA COSTA

DESEMPENHO DE *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM
DIFERENTES PRESAS E SUA SELETIVIDADE A PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Rio Largo, AL

2016

SIMONE SILVA DA COSTA

DESEMPENHO DE *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM
DIFERENTES PRESAS E SUA SELETIVIDADE A PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutorado em Proteção de Plantas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sônia Maria Forti Broglio

Rio Largo, AL

2016

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

C359d Costa, Simone Silva da.
Desempenho de *Leucochrysa* sp (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes
presas e sua seletividade a produtos fitossanitários / Simone Silva da Costa. – 2016.
96 f. : il.

Orientadora: Sônia Maria Forti Broglio.
Tese (doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas.
Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2016.

Inclui bibliografia e anexo.

1. Crisopídeos. 2. *Leucochrysa* sp. 3. Pragas agrícolas – Controle biológico.
4. Produtos fitossanitários – Azaditactina. 5. Entomologia. I. Título.

CDU: 595.774

Folha de aprovação

SIMONE SILVA DA COSTA

DESEMPENHO DE *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM DIFERENTES PRESAS E SUA SELETIVIDADE A PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias (CECA), da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 19 de dezembro de 2016.

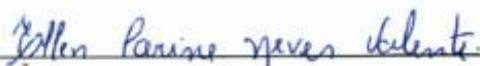


Profª. Drª. Sônia Maria Forti Broglio – Universidade Federal de Alagoas
(Orientadora)

Banca examinadora:



Profª. Drª. Roseane Cristina Predes Trindade – Universidade Federal de Alagoas
(Examinador interno)



Profª. Drª. Ellen Carine Neves Valente – IFAL, AL
(Examinador externo)



Profª. Dr. Mauricio Silva de Lima – CESMAC, AL
(Examinador externo)

Dedico a Deus pela sua imensa misericórdia e amor para comigo, por ter me dado paciência nas horas de tribulação e me encheu de esperança nos momentos mais difíceis. Graças te dou, meu Deus, por mais uma vitória alcançada das tuas potentes mãos!

Agradecimentos

A Deus por ter me dado força para superar os obstáculos e paz quando mais precisei.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Laboratório de Pesquisas em Recursos Naturais (LPqRN) pelo apoio na preparação e análise dos extratos vegetais.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela oportunidade de executar a pesquisa e pelo fornecimento do material biológico.

Ao herbário Dárdaro de Andrade Lima pela identificação das plantas.

À Professora Dr^a Sônia Maria Forti Broglio por aceitar a orientação desde a graduação, pela paciência e por ter me dado a chance de vivenciar a fascinante beleza da Entomologia. Obrigada pela confiança e apoio.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas da UFAL pelos conhecimentos transmitidos.

À Dr^a Nivia da Silva Dias Pini pelos incentivos e grande ajuda durante minha formação acadêmica.

À Dr^a Deise Maria Passos, Dr. Rodrigo Leandro Braga Coitinho, Dra. Flávia Born e Gilvanda Ribeiro pelo auxílio técnico prestado durante o período de permanência no LABEN/CRISOBIOL - IPA.

À equipe do IPA: funcionários, Luana Maria de Jesus da Costa e Eduardo José de Souza Azevedo pelo carinho, amizade e indispensável ajuda; as estagiárias Nayhara Rayanna Gomes da Silva pela valiosa amizade e dedicação ao trabalho durante a permanência no LABEN, Ana Carolina Cavalcante Xavier e Jéssica pelo apoio e amizade; a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram desse trabalho.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia Agrícola do CECA-UFAL Janyne Joyce de Lima Rocha, Rafaela Lourenço dos Santos, Edilany Eulália Barros de Albuquerque e, em especial ao estudante César Gonçalves dos Santos pela grande ajuda e dedicação.

Ao Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart de Sant'Ana, agradeço pela receptividade e disponibilidade em me ajudar durante a realização da análise das amostras vegetais, pela amizade e inúmeros favores prestados.

Aos técnicos Aldir e Margarida pelos ensinamentos, auxílio e apoio técnico nos processamentos dos extratos vegetais, além da amizade, muito obrigada!

Ao meu amado esposo Leandro Ferreira Gomes pela sua amizade, amor, companheirismo, compreensão, dedicação e paciência durante toda essa caminhada.

Aos meus pais, Severina M^a S. da Costa e Amarílio Dias da Costa, pelo incentivo aos estudos e por ser um exemplo de honestidade e caráter.

Aos meus irmãos, Sirlene Silva da Costa e Amaury Silva da Costa, pela confiança e ajuda para que realizasse meus humildes sonhos.

À minha princesa Meg pelo sincero amor e alegria de todos os dias.

À minha querida amiga “irmã” Jakeline Maria dos Santos que sempre torceu por mim e esteve presente em vários momentos da minha vida, dando-me apoio e valiosos conselhos. Que Deus te abençoe sempre.

Às minhas queridas Márcia Daniela dos Santos e Mércia Elias Duarte, que fizeram de tempos difíceis uma grande diversão e que, com doces gestos e palavras amigas marcaram as melhores lembranças dentro e fora da Universidade.

Aos queridos Djison Silvestre dos Santos, Maria Inajal Rodrigues da Silva das Neves, Anderson Rodrigues Sabino, Anilde da Graça Sousa Maciel, Ronycleide da Silva Sousa Bernardo, Gilson Bernardo dos Santos e Emerson dos Santos Ferreira que sempre torceram por mim.

Aos amigos, Ellen Carine Neves Valente, Vanessa de Melo Rodrigues, Hully Monaíse Alencar Lima, Letice Souza da Silva, Juliana Campana, Andrea Avelino, Tiago Jorge, Izabel Vieira de Souza, José Rosildo Tenório dos Santos, Paulo Henrique Tavares Santos Farias, Pedro Silva e demais colegas de curso.

A todos, muito obrigada, que Deus os abençoe grandemente!

A Felicidade de termos o Senhor como nosso Pastor

Salmo de Davi

¹ O Senhor é o meu pastor: nada me faltará.

² Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas.

³ Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.

⁴ Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.

⁵ Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, e o meu cálice transborda.

⁶ Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

SALMOS 23

RESUMO

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são insetos predadores com o potencial de serem utilizadas em programas de controle biológico de pragas agrícolas. Este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos de *Leucochrysa* sp. sobre diferentes presas e verificar sua seletividade a produtos fitossanitários. Os bioensaios foram conduzidos em salas climatizadas regulada a uma temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R. de $70\pm 10\%$ e 12 horas de fotofase. Os insetos foram individualizados em caixas retangulares de 220 mL, onde permaneceram até adultos. Foi avaliada duração e viabilidade dos instares larval e período pupal. Os casais formados ($n=20$) foram acondicionados em gaiolas de PVC revestidas internamente com papel sulfite. Para avaliar a fecundidade e fertilidade das fêmeas, foi estabelecido um período de 120 dias. O predador teve seu melhor desempenho quando alimentado com ovos, ninfas e pupas de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae); ninfas e adultos de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) e *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), respectivamente, cuja duração larva-adulto variou de 34,00 a 37,77 dias. Quando submetidos a ovos, ninfas e pupas de *Aleurodicus magnificus* Costa Lima, 1928 (Hemiptera: Aleyrodidae) como fonte de alimento o crisopídeo não completou seu ciclo. Em relação às análises de regressão polinomial realizadas para investigar os padrões de resposta funcional sobre os pulgões *B. brassicae* e *T. citricida*, foi revelado para o segundo e terceiro instares do predador uma resposta tipo II, que é representada por uma curva assintótica, na qual o predador vai aumentando o consumo de presas até o momento em que ocorre a saturação. O padrão de resposta funcional não foi alterado sob a influência das diferentes presas nas fases utilizadas neste estudo. Sabendo-se que no MIP o uso de agrotóxicos deve ser feito quando apresentarem algum tipo de seletividade, foram avaliados produtos a base de nim sobre ovo e larvas de segundo e terceiro instares de *Leucochrysa* sp. Os insetos foram acondicionados em placa de Petri, pulverizados e transferidos individualmente para caixas plásticas até a emergência dos adultos. As larvas foram alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Os casais formados ($n=15$) a partir de ovos tratados foram alimentados com levedo de cerveja e mel (1:1). Azamax®; Nim-I-Go® e Emulzinim® foram classificados como inócuos; Extrato etanólico de nim e NeenMax® como levemente nocivos, quando estes foram pulverizados sobre ovos do predador. Enquanto que Azamax®, Nim-I-Go®, Emulzinim® e Extrato etanólico de folhas nim foram classificados como inócuos quando aplicados em larvas de segundo e terceiro instares. Deltametrina foi considerado nocivo a ovos e larvas de segundo instar e moderadamente nocivo às larvas de terceiro instar.

Palavras-chave: Crisopídeos. Controle biológico. Resposta funcional. Azadiractina.

PERFORMANCE OF *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) ON DIFFERENT PREY AND THE SELECTIVITY OF PHYTOSANITARY PRODUCTS

ABSTRACT

Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) are predatory insects with potential to be used in biological control programs of agricultural pests. This work aimed to evaluate the biological aspects of *Leucochrysa* sp. on different prey species and to verify the selectivity of phytosanitary products. The bioassays were conducted in climatized rooms regulated to a temperature of 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ R.H. and 12h photophase. The insects were individualized in rectangular boxes of 220 mL until the adult emergence. The duration and viability of larval instars and pupal period were evaluated. The formed couples ($n = 20$) were kept in PVC cages internally coated with sulphite paper. A period of 120 days was established to evaluate the fecundity and fertility of females. The predator had its best performance when fed with eggs, nymphs and pupae of *Aleurocanthuswoglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae); nymphs and adults of *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) and *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), respectively, whose larval-adult duration ranged from 34.00 to 37.77 days. When submitted to eggs, nymphs and pupae of *Aleurodicus magnificus* Costa Lima, 1928 (Hemiptera: Aleyrodidae) as food source, the green lacewing did not complete its cycle. Regarding the polynomial regression analyzes performed to investigate the functional response patterns on the aphids *B. brassicae* and *T. citricida*, a type II response was revealed for the second and third instar of the predator, which is represented by an asymptotic curve, in which the predator is increasing the prey consumption until saturation occurs. The functional response pattern was not altered by the influence of different prey stages used in this study. In the IPM the use of agrochemicals should be performed when they present some type of selectivity, thus, Neem based products were evaluated upon eggs and larvae of second and third instars of *Leucochrysa* sp. The insects were kept in Petri dishes, sprayed and individually transferred to plastic boxes until adult emergence. The larvae were fed with eggs of *Anagastakuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). The formed couples ($n = 15$) from treated eggs, were fed with beer yeast and honey (1: 1). Azamax®; Nim-I-Go® and Emulzinim® were classified as harmless; Ethanolic extract of neem and NeenMax® as slightly harmful, when sprayed on eggs of the predator. Azamax®; Nim-I-Go®, Emulzinim® and Ethanolic extract of neem were classified as harmless when applied to second and third instar larvae. Deltamethrin was considered harmful to eggs and second instar larvae and moderately harmful to third instar larvae.

Key words: Chrysopidae. Biological control. Functional response. Azadirachtin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Modelos de resposta funcional sugeridos por Holling (1959).....	27
Figura 2 -	Resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstaes de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre diferentes densidades de adultos dos pulgões <i>Toxoptera citricida</i> e <i>Brevicoryne brassicae</i> . A) Segundo íntar de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Toxoptera citricida</i> ; B) Segundo íntar de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> ; C) Terceiro íntar de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Toxoptera citricida</i> ; D) Terceiro íntar de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Brevicoryne brassicae</i>	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Densidades de adultos de <i>Toxoptera citricida</i> e <i>Brevicoryne brassicae</i> oferecidas às larvas de 2º e 3º ínstaes de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP), em condições de laboratório. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	52
Tabela 2-	Duração média (dias) e viabilidade (%) das fases imaturas, pupa, fecundidade e fertilidade de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP) alimentadas com ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> , <i>Aleurocanthus woglumi</i> , <i>Toxoptera citricida</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Aleurodichus magnificus</i> . Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R: 70 ± 10 e fotofase de 12 horas.....	55
Tabela 3-	Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstar de <i>Leucochrysa</i> sp. alimentadas com <i>Toxoptera citricida</i>	61
Tabela 4-	Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstar de <i>Leucochrysa</i> sp. alimentadas com <i>Brevicoryne brassicae</i>	61
Tabela 5-	Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas de segundo e terceiro ínstaes de <i>Leucochrysa</i> sp. alimentadas com <i>Toxoptera citricida</i>	62
Tabela 6-	Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas de segundo e terceiro ínstar de <i>Leucochrysa</i> sp. alimentadas com <i>Brevicoryne brassicae</i>	62
Tabela 7-	Nomes técnicos, comerciais, doses e grupos químicos dos produtos fitossanitários avaliados.....	72
Tabela 8-	Classificação dos inseticidas fitossanitários para ovos e larvas de <i>Leucochrysa</i> sp. (%)......	73
Tabela 9-	Duração média (dias) e viabilidade (%) de ovos, fases imaturas, pupas fecundidade e fertilidade de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP) após tratamento com produtos fitossanitários em ovos com 24 horas de idade. Temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	78
Tabela 10-	Duração média (dias) e viabilidade (%) de larvas de segundo e terceiro ínstaes e pupas de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP) após tratamento de L2 com 24 h de idade. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	83
Tabela 11-	Duração média (dias) e viabilidade (%) de larvas de terceiro ínstar e pupas de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP) após tratamento de L3 com 24 h de idade. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	84
Tabela 12-	Mortalidade de ovos, segundo e terceiro ínstaes de <i>Leucochrysa</i> sp. ($\pm$ EP) após aplicação de produtos fitossanitários. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Os Crisopídeos.....	17
2.2	Bioecologia da família Chrysopidae.....	17
2.3	Emprego dos crisopídeos como agentes de controle biológico.....	19
2.3.1	Ocorrência natural de crisopídeos no controle de pragas.....	21
2.4	Desempenho e capacidade predatória de crisopídeos.....	23
2.5	O gênero <i>Leucochrysa</i>.....	25
2.6	Resposta Funcional.....	26
2.6.1	Estimativa da resposta funcional.....	28
2.6.2	Seleção do modelo de resposta funcional.....	29
2.7	Influência de inseticidas botânicos no complexo de inimigos naturais.....	30
	REFERÊNCIAS.....	34
3	ASPECTOS BIOLÓGICOS E RESPOSTA FUNCIONAL DE <i>Leucochrysa</i> sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) ALIMENTADA COM DIFERENTES PRESAS.....	46
	RESUMO.....	46
	ABSTRACT.....	47
3.1	INTRODUÇÃO.....	48
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.2.1	Origem e Criação do Predador e das Presas.....	49
3.2.2	Aspectos Biológicos de <i>Leucochrysa</i> sp.	51
3.2.3	Resposta Funcional de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Toxoptera citricida</i> e <i>Brevicoryne brassicae</i>	52
3.2.4	Ajuste do modelo de resposta funcional.....	53

3.2.5	Análise estatística.....	54
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.3.1	Aspectos biológicos de <i>Leucochrysa</i> sp.....	54
3.3.2	Resposta Funcional de <i>Leucochrysa</i> sp. sobre <i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Toxoptera citricida</i>	58
3.4	CONCLUSÕES.....	63
	REFERÊNCIAS.....	64
4	SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS A <i>Leucochrysa</i> sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE).....	68
	RESUMO.....	68
	ABSTRACT.....	69
4.1	INTRODUÇÃO.....	70
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	71
4.2.1	Criação de <i>Leucochrysa</i> sp.	71
4.2.2	Produtos utilizados nos bioensaios e a avaliação dos impactos.....	72
4.2.3	Obtenção do extrato etanólico de folhas de nim.....	73
4.2.4	Efeito dos inseticidas sobre ovos de <i>Leucochrysa</i> sp. e sobre a duração dos instares subsequentes de <i>Leucochrysa</i> sp.....	74
4.2.5	Efeito dos inseticidas sobre larvas de <i>Leucochrysa</i> sp.....	75
4.2.6	Análise estatística.....	75
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.3.1	Efeito dos inseticidas sobre os ovos e o desenvolvimento de <i>Leucochrysa</i> sp.....	76
4.3.2	Efeito dos inseticidas sobre as larvas de <i>Leucochrysa</i> sp.....	80
4.4	CONCLUSÕES.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO GERAL

Diversas culturas são habitadas por vários artrópodes pertencentes a diferentes níveis tróficos. Dentre eles, parasitoides e predadores que são relevantes inimigos naturais de muitas pragas herbívoras. A manutenção e a preservação dos inimigos naturais nos agroecossistemas tornam-se imprescindíveis para o restabelecimento das interações biodinâmicas e o estabelecimento do controle biológico, seja natural ou aplicado (LANTEREN, 2009).

Uma das técnicas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) consiste na preservação dos agentes de controle biológico que por sua vez, é uma resposta aos efeitos adversos dos inseticidas sintéticos aplicados na agricultura (ERTHAL JUNIOR, 2011). Dentre tantos inimigos naturais, os insetos da ordem Neuroptera e família Chrysopidae são predadores que desempenham papel significativo sobre pragas em cultivos de importância agrícola (FREITAS, 2001).

Os crisopídeos são conhecidos como “bicho-lixeiro”, pois algumas espécies apresentam o comportamento de carregar restos das presas e exúvias no dorso de seu corpo durante a fase larval, como é o caso de *Ceraeochrysa* e *Leucochrysa* (McEWEN; NEW; WHITTINGTON, 2001). Eles estão presentes em várias regiões de interesse agrícola e regulam uma variedade de espécies de pragas (CARVALHO; SOUZA BEZERRA, 2009).

Os crisopídeos destacam-se pela ocorrência generalizada em vários agroecossistemas bem como pela sua capacidade de predação. Sua utilização partiu não só da criação massal para liberações, como também do controle biológico natural sendo considerado como um dos predadores mais eficientes para manter populações de pragas abaixo do nível de dano econômico (FREITAS, 2001).

Um grupo em particular destaca-se pela diversidade encontrada nas Américas do Sul e Central: *Leucochrysa*, o gênero de crisopídeo mais abundante do mundo (~ 200 espécies descritas) (MANTOANELLI et al., 2011). Embora típicas de ambientes florestais, muitas espécies colonizaram e se adaptaram a diferentes culturas, mas o papel que elas exercem no controle dos artrópodos herbívoros ainda é totalmente desconhecido (TAUBER, 2007). Devido a pouca compatibilidade do controle biológico com a utilização de produtos não seletivos a preocupação dos praticantes de programas de MIP tem aumentado significativamente (STARK; SUGAYAMA; KAVALESKI,

2007; KOGAN E JEPSON, 2007). Neste sentido, os inseticidas botânicos estão sendo cada vez mais utilizados em cultivos orgânicos e na agricultura familiar como tática alternativa promissora para controle de diversas pragas (WANDERLEY JUNIOR et al., 2009). São relativamente seguros, rapidamente degradados e bem aceitos em muitos países do mundo (ALMEHMADI, 2011).

Por outro lado, uma das limitações do uso dos inseticidas botânicos é o desconhecimento do efeito desses compostos sobre a fauna benéfica presentes nos agroecossistemas (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000), especialmente aos inimigos naturais de importantes pragas. A maioria dos trabalhos referentes ao controle de pragas com produtos botânicos destaca que o uso dessas substâncias deve ser compatível com outras táticas de manejo, principalmente com o controle biológico. Entretanto, pesquisas têm demonstrado variações de seus efeitos junto aos inimigos naturais (RIBEIRO et al., 2009).

Em virtude do grande potencial dos crisopídeos em programas de controle biológico na regulação de diversas pragas, o presente trabalho teve como objetivo verificar os aspectos biológicos de *Leucochrysa* sp. sobre diferentes presas e sua seletividade a produtos fitossanitários.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os Crisopídeos

Predadores da família Chrysopidae são comumente encontrados nos mais diversos sistemas ecológicos, naturais ou modificados, atuando como excelentes agentes reguladores de muitos artrópodes-praga (CARVALHO; SOUZA, 2009).

Chrysopidae é considerada a segunda maior família de Neuroptera, constituída de aproximadamente 86 gêneros e subgêneros descritos, compreendendo mais de 1200 espécies. A família é composta por três subfamílias a Nothochrysinae Navas, Apochrysinae Handlirsch e Chrysopinae Schneider (BROOKS; BARNARD, 1990; WINTERTON; BROOKS, 2002). Por outro lado, Chrysopinae é bastante diversa em espécies e encontra-se dividida em 4 tribos: Belonopterygini Navas, Chrysopini Schneider, Leucochrysini Adams e Ankylopterygini Navas (BROOKS; BARNARD 1990; TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2003; WINTERTON; De FREITAS, 2006).

Um fato taxonômico importante a ser considerado é que os crisopídeos apresentam muitos táxons ainda não descritos e outros com descrições inadequadas (ADAMS; PENNY, 1986; FREITAS; PENNY, 2001; TAUBER et al., 2003). No Brasil, os primeiros estudos sobre a fauna dessa família foram abordados por Penny (1977), Adams (1978) e Adams e Penny (1986). Outro pesquisador que fez uma vasta contribuição com a biosistemática de crisopídeos do Brasil e da Venezuela foi o Dr. Sérgio de Freitas (In Memoriam). Suas contribuições colaboraram para o avanço do controle biológico com esses agentes biológicos.

2.2 Bioecologia da família Chrysopidae

Esses insetos são conhecidos também como bichos-lixeiro, devido a um traço comportamental em que as larvas, de muitas espécies, carregam detritos em seu dorso, caracterizando um avanço em seu processo evolutivo de vida (TAUBER; SOSA, 2015). Esses detritos protegem as larvas contra ataque de inimigos naturais por meio da camuflagem ou de barreira física (escudo protetor). Esse comportamento ocorre em muitas espécies, inclusive na maioria das que ocorrem na região Neotropical (ADAMS; PENNY, 1987). Na laboriosa construção e nas constantes reformas do pacote de lixo, as larvas utilizam vários materiais, como exoesqueletos de suas presas, exúvias de

artrópodes, insetos mortos, fibras de origem vegetal ou animal, pedaços de líquens e de cascas de árvores, teias de aranhas e outros. Esse lixo é mantido preso, por meio de numerosas cerdas longas, lisas ou serrilhadas, com pontas retas ou em forma de ganchos, existentes na superfície dorsal e nos tubérculos laterais de seu tórax e abdome (SMITH, 1926; NEW, 1969).

Outro aspecto biológico importante desses predadores é a forma das posturas. Os ovos são depositados, fixos no topo de longos e finos pedúnculos hialinos de 2 a 25 mm de comprimento, que tem a função principal de defesa contra predadores e canibalismo (NEW, 1986). Algumas espécies desta família cobrem o pedúnculo com gotículas de fluido oleoso, composto pela mistura de ácidos graxos, um éster e uma série de aldeídos, com função repelente, que dificultam o acesso de predadores a natureza deste fluido ainda é incerta, mas suspeita-se que tenha origem nas glândulas coletéricas das fêmeas (EISNER et al., 1996). Podem ser depositados isoladamente, em fileira, em forma de espiral, em grupos separados ou em grupos com pedúnculos separados ou unidos (GEPP, 1984). As dimensões do ovo e o comprimento do pedúnculo variam conforme a espécie (SMITH, 1921; 1926; NEW, 1969; 1975; GEPP, 1984).

Suas larvas são campodeiformes, apresentando mandíbulas longas e afiadas, ajustando-se ao tipo de aparelho bucal sugador mandibular, podendo frequentemente elaborar gotículas de fluido repelente pelo ânus (SMITH, 1926; BONANI et al., 2009). São reconhecidamente vorazes, alimentando-se de insetos fitófagos de tegumento mole. Apresentam canibalismo nesta fase biológica, principalmente quando ocorre baixa oferta de alimento ou presas (MANTOANELLI; ALBUQUERQUE, 2007). As presas são diversas e incluem principalmente os estágios imaturos dos seguintes grupos: afídeos (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae) a maioria das famílias, numerosas cochonilhas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Monophlebidae, Pseudococcidae, Eriococcidae, Coccidae e Diaspididae), cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae, Cicadellidae, Membracidae e Fulgoridae), moscas-brancas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae), psilídeos (Hemiptera: Sternorrhyncha), tripes (Thysanoptera), lepidópteros (Lepidoptera: Tortricidae, Pyralidae, Noctuidae e Pieridae), ácaros (Acari: Tetranychidae e Eriophyidae) e, menos frequentemente, besouros, dípteros, himenópteros e outros neurópteros (PRINCIPI; CANARD, 1984).

As pupas são protegidas por casulos contendo numerosas camadas de fios de seda firmemente aderidos, confeccionados pelas larvas de terceiro ínstar ao final de seu desenvolvimento (GEPP, 1984).

Já os adultos destes grupos são predados bem mais raramente. Apesar desta grande diversidade de presas, pouco se conhece sobre o alimento preferencial de cada espécie. Como a larva é o estágio predador por excelência, é nele que reside a importância para programas de controle biológico (NEW, 1975; BROOKS; BARNARD, 1990). Os adultos apresentam o tamanho variando de 10 a 15 mm, coloração variando do verde claro, amarelo, até o marrom. Olhos escuros, antenas filiformes, asas hialinas com ou sem manchas escuras, apresentando nervuras transversais em forma de rede nas asas anteriores (BORROR; DELONG, 1988; ADAMS, 1985). Esses insetos são altamente sensíveis às variações das condições ambientais. Fatores adversos, especialmente a temperatura, interferem significativamente na abundância, distribuição geográfica e na sazonalidade de suas populações (TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2003).

Nas últimas quatro décadas, os crisopídeos têm despertado a atenção dos entomólogos, principalmente em programas de controle biológico de pragas, em decorrência de muitas espécies encontrarem-se relativamente bem estudadas (CANARD; DUELLI, 1984; TAUBER et al., 2003). Essa realidade, porém, não se aplica à Região Neotropical, possuidora de uma fauna de Chrysopidae mais rica do mundo, com mais de 300 espécies descritas (> 25% do total), em cerca de 20 gêneros, e muitas outras ainda aguardando descrição (BROOKS; BANARD, 1990). Neste último caso, os poucos estudos relacionados à sistemática e biologia da grande maioria das espécies não são suficientes, dificultando os avanços significativos em relação à aplicabilidade desses inimigos naturais no controle de pragas agrícolas no Brasil e demais países sul-americanos (ALBUQUERQUE, 2009).

2.3 Emprego dos crisopídeos como agentes de controle biológico

A família Chrysopidae é formada por um grupo de insetos que possui ampla distribuição geográfica, ocorre em vários habitats e se alimenta de uma grande diversidade de presas, exercendo influência na regulação de populações de organismos fitófagos (TAUBER et al., 2000; ECOLÉ et al., 2002).

Apenas pelo fato dos crisopídeos serem predadores de um elevado número de pragas de importância econômica, já poderíamos considerar como uma grande vantagem para o controle biológico. No entanto, segundo Parra et al. (2002), os insetos entomófagos, no caso, os predadores, apresentam outros atributos favoráveis, tais como:

destruição de um grande número de presas durante seu desenvolvimento; apesar de serem considerados polívoros, apresentam uma estreita faixa de especificidade hospedeira, podendo inclusive se restringir a determinados habitats; têm baixa exigência nutricional; e em muitos complexos de agentes entomófagos os predadores são as espécies mais abundantes.

Por esses atributos e a facilidade que os crisopídeos apresentam em criações de laboratório, o interesse de sua utilização tem despertado atenção quanto ao seu uso no controle de insetos-praga (FREITAS, 1992; 2002).

Dentre as espécies de crisopídeos, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) merece destaque por ser um eficiente predador. Essa atribuição se deve ao fato de ser uma espécie nativa do Brasil, apresentar ampla distribuição geográfica, estágio larval com alta capacidade predatória e estar presente em diferentes agroecossistemas (TAUBER et al., 2000; FREITAS, 2001).

Em muitos países, espécies de crisopídeos em diferentes fases de desenvolvimento, são liberadas em pomares agrícolas para o controle das mais diversas pragas. Dentre estas pragas, têm-se relatos de liberações para o controle de espécies de Thysanoptera: no Brasil (*C. externa* para o controle do trips do amendoim - *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) em amendoim; na Califórnia (*Chrysoperla carnea* (Stephens) e *C. rufilabris* (Burmeister, 1839) para o controle do trips-do-citros *Scirtothrips citri* (Moulton, 1909) em cultivo de manga) e no Texas (*C. carnea* para controlar *S. perseae* Nakahara, 1997 em cultivo de abacate) (KAHAN; MORSE, 1999a; 1999b; HODDLE; ROBINSON, 2004; RODRIGUES et al., 2014).

No Brasil, também são relatadas liberações de *C. externa* em casa de vegetação para o controle do pulgão *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de alface e espécies dos gêneros *Ceraeochrysa* e *Leucochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle de mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) (Hemiptera: Aleyrodidae) (AUAD; FREITAS; BARBOSA, 2003; SILVA-MAIA et al., 2013).

Em outros países espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae) também são relatadas como presas de crisopídeos. Na Alemanha, *C. carnea* mostrou-se eficiente no controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) em cultivo de berinjela em casa-de-

vegetação, e no Canadá, no controle do pulgão-da-maçã, *Aphis pomi* De Geer, 1773 (HASSAN, 1978; HAGLEY, 1989).

Liberações de *C. carnea* ocorreram em plantios de algodão para o controle de lagartas do gênero *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) nos Estados Unidos e de *C. rufilabris* para o controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Hibiscus rosa sinensis* L. (Malvaceae) em casa de vegetação no Texas (EUA) (RIDGWAY; JONES, 1969; BREENE et al., 1992).

É importante ressaltar que o conhecimento prévio da interação natural entre o predador e a presa, pode ser um fator que venha facilitar o desenvolvimento de estudos para avaliar a capacidade predatória dessas espécies associadas, bem como a possível eficiência da predação de espécies de presas da mesma família com o mesmo predador.

2.3.1 Ocorrência natural de crisopídeos no controle de pragas

São vastos os relatos da ocorrência de crisopídeos associados a diferentes presas e plantas hospedeiras. A predação ocorre fundamentalmente no estágio de larva, no entanto, dependendo da espécie, os adultos também consomem um número considerável de presas (STELZL; DEVETAK, 1999).

Em se tratando da importância econômica, que as espécies da subordem Sternorrhyncha apresentam, principalmente os das famílias Aphididae e Aleyrodidae, conhecidos comumente como pulgão e mosca branca e/ou negra, respectivamente, eleva a necessidade de se conhecer a capacidade predatória dos crisopídeos para estas espécies. Os esternorrincos são insetos sugadores fitófagos que geralmente causam danos diretos à planta hospedeira, por meio da sucção de seiva e inoculação de substâncias tóxicas e, indiretamente, pela transmissão de fitovírus, chegando levar à morte da planta hospedeira (WOLFF, 2012).

A família Aleyrodidae é a única representante da superfamília Aleyrodoidea, com 126 espécies registradas para o Brasil e a família Aphididae é a mais numerosa na superfamília Aphidoidea, com aproximadamente 350 gêneros e mais de 2.200 espécies distribuídas no mundo, sendo 107 no Brasil (KOSZTARAB, 1982; WOLFF, 2012).

De acordo com Ilharco (1992), a ordem Neuroptera é classificada como a terceira mais eficiente no controle de pulgões, representada pelas famílias Chrysopidae

e Hemerobiidae, sendo antecedida por Diptera, tendo as famílias Syrphidae e Cecidomyiidae como as mais eficientes e, Coleoptera, na qual se destaca Coccinellidae.

Dentre as espécies de pulgões que causam prejuízos econômicos são relatados *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (pulgão da couve), causando danos em hortaliças e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (pulgão preto), na cultura dos citros.

Em um levantamento realizado em 17 municípios do Rio de Janeiro para identificar os inimigos naturais de pragas dos citros, dentre elas o pulgão preto *T. citricida*, foi registrada a ocorrência de espécies de crisopídeos em todos os municípios visitados. Mostrando com isso, que os crisopídeos são insetos potencialmente favoráveis para utilização em programas de controle biológico, apesar de seu hábito alimentar polífago (RODRIGUES; NASCIMENTO; CASSINO, 2002).

Também são relatadas espécies de crisopídeos predando aleirodídeos. No estado do Rio de Janeiro foram identificadas dez espécies de mosca branca presentes em diferentes plantas hospedeiras sendo predadas por *Chrysoperla* sp.: *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846); *A. maritimus* Hempel, 1922; *A. pseudugesii* Martin, 2008; *A. pulvinatus* Maskell, 1896; *Aleurothrixus floccosus* Maskell, 1896; *Minutaleyrodes minuta* Singh, 1931; *Nealeurodicus moreirai* Costa Lima, 1928; *Paraleyrodes bondari* Peracchi, 1971 e *Pseudaleurolobus jaboticabae* Hempel, 1922 (Hemiptera: Aleyrodidae) (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994; CARVALHO; CIOCIOLA, 1996; TRINDADE; RACCA FILHO; LIMA, 2011, TRINDADE; LIMA, 2012).

Espécies de crisopídeos também são comumente encontradas alimentando-se de ninfas de mosca negra. No município de Capitão Poço, no Pará, foi observado que as exúvias de bicho lixeiro presentes em uma área de citros passou a apresentar a coloração escura, levando a conclusão de que estes predadores estavam se alimentando de mosca negra (SILVA, 2005). No mesmo estado, Maia (2004) identificou *C. caligata* predando mosca negra.

Na região da Amazônia brasileira, *C. cubana* demonstrou ser um candidato promissor para o controle biológico de cochonilhas, ácaros, moscas brancas e mosca-negra em pomares de citros (SOUZA; SANTA-CECÍLIA; CARVALHO, 1996; SILVA, 2005).

Em Manaus, foi identificada a presença de três gêneros e quatro espécies de crisopídeos (*Leucochrysa* sp., *Ceraeochrysa* sp.1, *Ceraeochrysa* sp.2, *C. cubana*, *C. cincta*, *C. claveri* e *C. sanchezi*) em pomares de citros também infestado por mosca negra (GONÇALVES; PENA; SILVA, 2008; GONÇALVES, 2013).

Na cidade de Kraków, na Polônia, foi observada a presença de ovos e larvas de Chrysopidae em nove variedades de crucíferas (Brassicaceae) infestadas por *B. brassicae* (JANKOWSKA, 2005).

Em Oklahoma, Estados Unidos, dos inimigos naturais que controlam a população de pulgões que ocorrem na cultura de canola de inverno (*Brassica napus* L.) (Brassicaceae), *C. carnea* supera em até quatro vezes mais os demais predadores, sendo observada se alimentando dos pulgões *B. brassicae*, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) nas Grandes Planícies do Sul da região (DONELSON; GILES 2012; GILES et al., 2012; JESSIE, 2013).

No norte da cidade de Sinaloa, no México, foram identificadas oito espécies de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) (1. *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945); 2. *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861); 3. *Ceraeochrysa* sp. nr. *cincta* (Schneider, 1851); 4. *Ceraeochrysa valida* (Banks, 1895); 5. *Chrysoperla carnea* s. lat. (Stephens, 1836); 6. *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861); 7. *Chrysoperla comanche* (Banks, 1938) e 8. *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839)) em plantios de sorgo infestado por *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) (Hemiptera: Aphididae).

Na Venezuela e em El Salvador também foram identificados exemplares dos gêneros *Chrysopa* e *Notida* (Neuroptera: Chrysopidae) como predadores de fases imaturas de mosca negra (QUEZADA, 1974; MARTÍNEZ; SOUZA; GERAUD, 1979).

2.4 Desempenho e capacidade predatória de crisopídeos

Mesmo tendo o conhecimento da abrangência de espécies de crisopídeos e a gama de presas nas quais já foram relatadas, em se tratando de seu uso para o controle biológico, devem-se desenvolver métodos para avaliar sua capacidade de predação e os fatores que venham interferir de forma negativa ou positiva em sua eficiência, tais como fase de desenvolvimento que apresenta a melhor capacidade predatória, presa de maior preferência e a influência da presa no ciclo biológico do predador.

Pappas, Broufas e Koveos (2007), ao avaliarem os efeitos de várias espécies de presas (ninfas de seis espécies de afídeos; ninfas e adultos do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae); ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e larvas dos coleópteros *Tribolium confusum* Duval, 1868 e *Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae)) no desenvolvimento, sobrevivência e reprodução do crisopídeo *Dichochrysa prasina* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae), identificaram que ovos de *A. kuehniella* e ninfas de *M. persicae* foram os mais favoráveis entre as presas testadas.

Embora não sejam tão comuns, os trabalhos voltados para avaliação da capacidade predatória de crisopídeos sobre espécies de ácaros em relação aos trabalhos com insetos, podem-se encontrar alguns relatos, como o citado anteriormente e o observado por Morando et al. (2014), que avaliaram a capacidade predatória e o desenvolvimento da fase larval de *C. externa* tendo como presas o ácaro rajado, *T. urticae*, e ovos de *A. kuehniella*.

A fase de desenvolvimento ou ínstar ninfal ou larval pode ser um fator de preferência do predador. Oliveira et al. (2014) ao observarem a capacidade predatória dos três instares larvais de *C. cubana* alimentadas com ninfas de 1º, 2º, 3º ou 4º instares de *A. woglumi*, verificaram que a predação total entre os instares do predador foi maior quando alimentadas por ninfas de 1º ínstar.

Outro dado importante a ser observado é que a fonte de alimento da presa também pode influenciar na duração do ciclo biológico do predador. Silva et al. (2004), ao avaliarem a duração e a viabilidade de cada ínstar larval, das fases de pré-pupa e pupa de *C. externa* alimentadas com ninfas de *B. tabaci* criadas em três hospedeiros pepino - *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae); couve - *Brassica oleracea* (Brassicaceae) e na erva adventícia leiteiro - *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae), observaram que a espécie de planta hospedeira da mosca-branca afetou a duração do primeiro e terceiro instares de *C. externa*, registrando-se redução no período larval, quando alimentadas com presas oriundas de folhas de pepino e, a fase de pré-pupa foi prolongada quando utilizadas folhas de leiteiro.

Em outro trabalho também com larvas de *C. externa*, no entanto, alimentadas com mosca-branca advindas de algodão Bt (planta geneticamente modificada contendo a presença da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis*) e convencional, embora os resultados não apresentassem diferença entre a duração das fases imaturas

dos crisopídeos alimentados com presas oriundas do algodão convencional (27,86 dias) em relação aos alimentados com presas do Bt (28,57 dias), houve influência do cultivar convencional na nutrição das presas, resultando em um maior peso das larvas do predador no 1º instar (DIAS; TOSCANO; CATALANI, 2014).

Essas constatações revelaram que a planta hospedeira pode influenciar a qualidade nutricional do organismo fitófago utilizado como presa que, por sua vez, afetará o desenvolvimento do predador (PESSOA et al.; 2003; SILVA et al., 2004).

Experimentos realizados para avaliar o efeito de quatro genótipos de sorgo: GR 11111 e TX 430 x GR 111 (resistentes), GB 3B (moderadamente resistente), e BR 007B (suscetível), sobre o controle biológico do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) realizado pelo predador *C. externa*, mostraram que o predador foi eficiente por proporcionar maior crescimento das plantas e menores danos pelo pulgão (FIGUEIRA et al., 2003). Uma vez que, o crisopídeo alimentando-se do pulgão, evita que este cause injúrias às plantas e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento destas.

A capacidade predatória também pode ser influenciada pela densidade da presa, sendo este parâmetro avaliado com “resposta funcional”.

2.5 O gênero *Leucochrysa*

O gênero *Leucochrysa* (Mc Lachlan, 1868) (Neuroptera; Chrysopidae; Leucochrysini) é considerado o maior da família Chrysopidae, relacionado ao número de espécies, pois apresenta aproximadamente 200 espécies descritas, além de muitas outras aguardando descrição (FREITAS; PENNY, 2001; TAUBER; ALBUQUERQUE; TAUBER, 2008; MANTOANELLI et al., 2011). Sua distribuição ocorre desde os Estados Unidos à Argentina, concentrando-se principalmente nas regiões tropicais das Américas (MANTOANELLI; ALBUQUERQUE, 2007). Ocorrem em diversos agroecossistemas, porém têm preferência por biomas florestais (MANTOANELLI, 2009).

Os estudos relacionados à sistemática de *Leucochrysa* atualmente, ainda são bastante discutidos, visto que até o início dos anos 70, as identificações eram baseadas nos caracteres da venação alar, forma das células intramedianas das asas anteriores, coloração, etc. No entanto, como se observou que ocorriam variações dentro de uma

mesma espécie, esses caracteres tornavam-se inconsistentes e infundados. As descrições realizadas a partir das genitálias do macho, fêmea, bem como os caracteres dos diferentes estágios larvais vêm alicerçar a sistemática moderna (FREITAS; PENNY, 2001; TAUBER, 2004; MANTOANELLI; ALBUQUERQUE, 2007; TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2014; TAUBER; SOSA, 2015). Esses problemas sistemáticos foram ocasionados em função do gênero *Leucochrysa* ser relativamente grande, compreendendo aproximadamente 200 espécies e distribuídos em dois subgêneros, *Leucochrysa* e *Nodita*. Considerar que as diferenciações externas entre as espécies são extremamente sutis. Finalmente, que as descrições do gênero, ao longo do tempo, não receberam atenção por meio dos recursos da sistemática moderna (TAUBER; ALBUQUERQUE; TAUBER, 2008).

No Brasil, os registros de ocorrência das espécies de *Leucochrysa* são enfatizados e fornecidos pelas investigações de Freitas e Penny (2001), Penny (2002), Freitas (2007), Mantoanelli; Albuquerque (2007), Mantoanelli (2009), dentre outros, totalizando aproximadamente 82 espécies. Nos últimos anos, novos estudos vêm sendo realizados gerando redescritões, ocorrência de novas espécies, bioecologia e estudos moleculares (TAUBER, 2007; SILVA FILHO, 2011; TAUBER et al., 2013; RIBEIRO et al., 2014; TAUBER; SOSA, 2015).

O ciclo biológico varia conforme a espécie. Estudos realizados por Mantoanelli e Albuquerque (2007) com a espécie *Leucochrysa (Leucochrysa) varia* (Schneider, 1851) obtiveram um ciclo biológico de 48 dias (24°C) e 80 dias (18°C). Observaram que a partir dos 27°C a temperatura fica inapropriada para o seu desenvolvimento. Outra característica analisada foi o tempo despendido para que a larva elabore o carregamento do lixo (camuflagem). Ela gastou apenas 20% ou menos do tempo, período este que não interferiu no seu desenvolvimento. Foi relatado ainda neste trabalho o comportamento de imobilidade, como ação de defesa contra inimigos naturais.

2.6 Resposta funcional

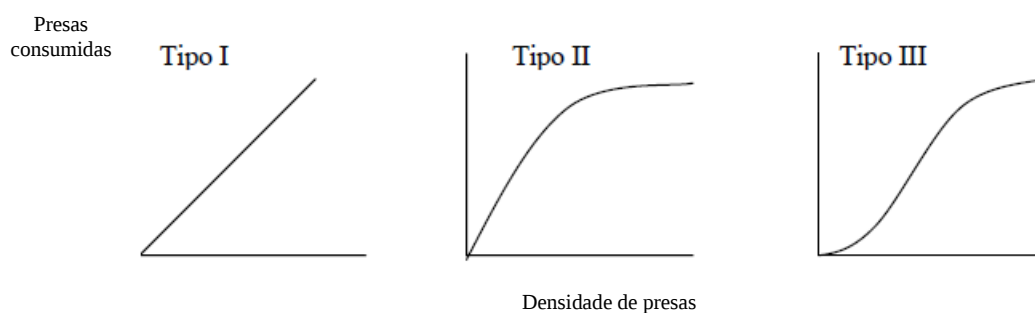
As presas, em função da densidade, podem ser utilizadas por inimigos naturais em diferentes proporções e, assim, causar mudanças na população de predadores (SAMPAIO, 1999). A relação entre a densidade e o número de presas a serem consumidas é um aspecto fundamental da dinâmica predador-presa (SOLOMON, 1949; O'NEIL, 1997).

A relação entre a proporção de presas atacadas em função de suas densidades é denominada de resposta funcional e, por resposta numérica, entende-se como sendo o aumento no número de predadores em função de um acréscimo na densidade de presas (HOLLING, 1961; SAMPAIO, 1999).

A resposta funcional e a numérica são componentes básicos da predação e originários da relação entre as densidades de presas e de predadores, podendo afetar diretamente o número de indivíduos predados (HOLLING, 1959). A resposta funcional dos inimigos naturais a mudanças na densidade das presas é uma forma de constatação da variação na relação entre esses organismos, em que um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador a um aumento do consumo (SOLOMON, 1949).

De acordo com Holling (1959), existem três tipos de resposta funcional de predadores: Tipo I, em que há um aumento linear no número de presas consumidas até um valor máximo, à medida que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há um aumento no número de presas consumidas em função de uma maior disponibilidade delas até uma determinada densidade, quando a intensidade de ataque diminui, tendendo a um certo nível de estabilidade e Tipo III, no qual o consumo aumenta de forma sigmoide, aproximando-se de uma assíntota superior (Figura 1).

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



Os tipos de resposta funcional às densidades de presa podem ser explicados pelas combinações de cinco componentes: tempo em que predador e presa ficam expostos; tempo de busca; tempo de manuseio, incluindo identificação, captura e consumo; fome e estímulo do predador para cada presa reconhecida. Os três primeiros são considerados componentes básicos que, sozinhos ou em conjunto, explicam as curvas de resposta funcional (HOLLING, 1959). Esses componentes são afetados pelas características do predador, da presa e do ambiente.

2.6.1 Estimativa da resposta funcional

Resposta funcional é definida como a taxa temporal na qual um predador elimina suas presas, ou mais especificamente, a relação entre o consumo e a densidade de presas (HOLLING, 1959, 1965; HASSELL, 1978; TURCHIN, 2001). Os modelos de Holling (1959, 1965) assumem três formas básicas geralmente formalizadas por equações. O primeiro tipo (tipo I) é provavelmente pouco comum na natureza, pois nele o número de presas consumidas pelo predador em função da densidade seguem trajetória linear, podendo ser escrita como:

$$Ne = aTN \quad (1),$$

Na equação (1), Ne é o número de encontros entre predador e presa, a é a taxa de ataque do predador sobre a presa, N o tamanho da população de presas e T o tempo total disponível para o predador atacar sua presa. O segundo tipo de resposta (tipo II) é provavelmente o mais comum, sobretudo em insetos, visto que o predador atinge o ponto de saturação em termos de consumo de presa a partir de determinada densidade. Assim, a relação entre consumo e densidade é assintótica. A equação que descreve o tipo II de resposta funcional é escrita como:

$$Ne = \frac{aNT}{1 + aNTh} \quad (2),$$

onde Th é o tempo de manuseio do predador sobre a presa. A resposta do tipo III é caracterizada por um período inicial com baixa taxa de predação, seguido de uma curva do tipo exponencial, que é finalizada pela saturação a exemplo da resposta do tipo II, o que sugere um padrão sigmoide de consumo de presas (HASSELL, 1978):

$$Ne = \frac{bN^2T}{1 + cN + bN^2Th} \quad (3).$$

Nesta equação a é substituído pelas constantes b e c . Os modelos de resposta funcional do tipo II e III assumem que: (a) a taxa de encontro com a presa está assintoticamente relacionada com a densidade de presas, (b) enquanto os predadores manuseiam suas presas não podem capturar outras e (c) a densidade de presas é constante. Em alguns experimentos de resposta funcional, as presas oferecidas não são repostas à medida que são consumidas, ou seja, há um declínio no número de

presas conforme se dá a predação. Sob estas circunstâncias, as equações propostas por Holling não descrevem com absoluta acurácia a resposta funcional e a estimativa dos parâmetros do modelo pode estar sujeita a erros dependentes do grau de decréscimo da densidade de presas (JULIANO, 2003).

Quando ocorre a diminuição no consumo de presas sem reposição, o modelo mais apropriado para descrever a resposta funcional é a integral das equações de Holling ao longo do tempo, em função das sucessivas densidades de presas (ROGERS, 1972). Para o tipo II de resposta funcional, a integração da equação de Holling resulta na Equação Randômica do Predador (ROYAMA, 1971; ROGERS, 1972), escrita como:

$$Ne = No \{ 1 - \exp[a(ThNe - T)] \} \quad (4).$$

Na equação (4) No é o número inicial de presas. Para a resposta funcional do tipo III, a redução no número de presas depende da taxa constante de ataque, b , que é uma função da densidade inicial (No) ou da densidade atual de presas (N) (HASSELL, 1978) e o tratamento matemático mais simples para a equação pode ser encontrado quando b é uma função da densidade inicial de presas:

$$Ne = No \left\{ 1 - \exp \left[\frac{(d + bNo)(ThNe - T)}{1 + cNo} \right] \right\} \quad (5).$$

2.6.2 Seleção do modelo de resposta funcional

Para uma efetiva escolha entre a resposta funcional do tipo II ou III, é necessário o uso de regressão logística da proporção de presas consumidas pelo número de presas presentes (TREXLER et al., 1988). A regressão logística envolve o ajuste de uma função fenomenológica que prediz que a proporção de indivíduos em um grupo é resposta de uma ou mais variáveis contínuas (NETER; WASSERMAN, 1974; SAS INSTITUTE, 2001; GLANTZ; SLINKER, 1990). A variável Y é dicotômica, representando as presas sobreviventes ($Y = 0$) ou mortas ($Y = 1$) no fim da observação. Neste caso, a variável contínua é No e a forma geral da função é:

$$\frac{Ne}{No} = \Pr ob\{Y=1\} = \frac{\exp(Po + P1No + P2No^2 + P3No^3 + \dots + PzNo^z)}{1 + \exp(Po + P1No + P2No^2 + P3No^3 + \dots + PzNo^z)} \quad 6).$$

onde, Po , $P1$, $P2$, $P3$, Pz são parâmetros a serem estimados.

A estimativa dos parâmetros é usualmente feita pelo método de verossimilhança máxima empregando o procedimento CATMOD do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2001). O objetivo é encontrar a função polinomial que descreve a relação Ne/No por No . A proporção do número de presas consumidas para a resposta funcional do tipo II é representada por uma função exponencial negativa. Já para o tipo III, inicialmente há um aumento da proporção de presas consumidas, seguida de um decréscimo. Com isto, o sinal do coeficiente linear dado pelo ajuste da função polinomial através da regressão logística distingue a resposta do tipo II da resposta do tipo III. Quando o coeficiente linear é negativo a resposta é do tipo II e quando é positivo indica resposta funcional do tipo III.

2.7 Influência de Inseticidas Botânicos no Complexo de Inimigos Naturais

O uso de plantas inseticidas para controle de insetos-praga não é uma prática recente, remonta a milhares de anos sendo difundida desde o antigo Egito, China e na Índia (MOREIRA et al., 2006). Nas últimas décadas, a partir do conhecimento dos impactos destrutivos causados pelos produtos sintéticos, além do estabelecimento da agricultura orgânica e dos cultivos agroecológicos, surgiu o interesse e a necessidade de buscar novas alternativas de controle por meio dos inseticidas botânicos. São produtos procedentes de plantas das famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Myrtaceae, dentre outras (AFFONSO et al., 2012). Esses compostos bioativos são resultantes dos processos metabólicos secundários das plantas com finalidade de defesa contra insetos fitófagos, herbívoros predadores, outros (PINTO et al., 2002)

Os inseticidas naturais têm como vantagens, possibilitar a diminuição do uso dos inseticidas sintéticos, permitindo o aproveitamento e aplicabilidade dessa técnica em sistemas orgânicos ou agroecológicos sustentáveis, contribuindo para a obtenção de alimentos com menos resíduos, mais saudáveis e seguros com vista para a saúde do homem, animais e o meio ambiente (COSER; DE-POLLI, 2003). Outra vantagem importante deve-se ao fato de serem constituídos por complexos quimicamente bioativos, podendo apresentar efeitos sinérgicos benéficos, contrariamente ao uso de

um só princípio ativo, levando o mesmo a reposição de doses elevadas, desencadeando impactos adversos aos agroecossistemas. Suas limitações podem ser relacionadas à baixa persistência, toxicidade para alguns compostos para mamíferos (ex. nicotina e retonona), disponibilidade e custo, carência de pesquisas, a bioatividade dos compostos pode variar conforme a espécie, variedade, fenologia da planta e os fatores climáticos conforme a região geográfica, além da necessidade de padronização química, controle de qualidade e dificuldade de registro (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Cresce o interesse de integrar, de forma harmoniosa, os vários métodos de controle de pragas, consolidando-se como uma das mais importantes ferramentas para a garantia de boas produtividades. Para isso, precisam ser considerados os aspectos ecológicos, econômicos, toxicológicos e sociais para a tomada de decisão de controle (SILVA; BRITO, 2015). Em face dos crescentes casos de ressurgências de pragas, surto de pragas secundárias e casos crescentes de resistência, ocasionados pelo uso abusivo de agroquímicos (RUGNO, 2013).

Entre os métodos encontram-se o controle biológico e o uso com produtos alternativos, compreendendo a busca por inseticidas de origem vegetal (ROEL et al., 2000; NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003; COSTA; SILVA; FIUZA, 2004), que podem ser adotados dentro de um contexto de manejo integrado de pragas (MIP), manejo ecológico de pragas (MEP) e/ou manejo agroecológico de pragas (MAP) (PICANÇO, 2010).

Para a viabilização desses métodos, estudos de seletividade devem ser realizados, para que se possam recomendar os produtos com menor efeito deletério aos inimigos naturais, sem comprometer o controle biológico natural presente no agroecossistema das mais diversas culturas.

A seletividade tem sido classificada de dois tipos: a ecológica e a fisiológica. A primeira trata das diferenças comportamentais ou de habitat entre as pragas e os artrópodes não alvo, de modo que os químicos não entrem em contato com os últimos. Isso pode ser obtido pela formulação do inseticida, período e método de aplicação, distribuição espacial do tratamento, dentre outras formas (CROFT, 1990).

Em contrapartida, a seletividade fisiológica é inerente ao produto e ocorre quando este possui maior atividade sobre a praga quando comparado a um artrópode não alvo. Essa tolerância pode ser obtida de diversas maneiras, envolvendo processos de absorção, transporte, penetração, excreção e ativação de inseticidas, que, uma vez

agindo em diferentes intensidades nos artrópodes, resultam em toxicidade diferencial entre duas ou mais espécies. Por outro lado, pode ser obtida ainda, pela retenção do agrotóxico no corpo gorduroso do artrópode ou pelo aumento na degradação do produto pelo sistema enzimático ou insensibilidade nos sítios de ação (CROFT, 1990).

Durante muito tempo, os testes de seletividade basearam-se no efeito letal dos inseticidas sintéticos, principalmente a partir dos cálculos da concentração ou dose letal para 50% da população (DL_{50} e CL_{50}). Porém, muitos desses produtos apesar de não causar mortalidade imediata, podem processar alterações em diversas características de um inimigo natural, como longevidade, capacidade de predação/parasitismo, modificações em diferentes níveis nas características biológicas ou comportamentais ou redução do desenvolvimento biológico, deformações, longevidade e reprodução (fecundidade, fertilidade, razão sexual) entre outros problemas (CROFT, 1990; DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007).

Dentre os inseticidas naturais mais avaliados, os compostos secundários da árvore nim, *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) reúne além do seu componente principal a azadiractina, como o meliantriol, limoneno, odoratone e outros triterpenoides, entre os mais de 150 compostos já isolados, que podem apresentar ação sinérgica potencializando a ação inseticida (SIDIQI et al., 2003; MORGAN, 2009). Os seus efeitos podem ser observados mediante a redução no consumo alimentar, inibição da biossíntese de quitina, interrupção do crescimento, alterações da ecdise, redução da fecundidade, anormalidades morfológicas, mortalidade e repelência, além de possuir baixíssima toxicidade ao homem e animais domésticos (MEDINA et al., 2003; MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005; NDIONE et al., 2007; MORGAN, 2009).

Pesquisas vêm apontando a ação direta e indireta do nim e de seus compostos sobre espécies de insetos não alvos como crisopídeos e a outras espécies de inimigos naturais, refutando a ideia de que compostos naturais sejam mais seguros que compostos sintéticos sobre os inimigos naturais (QI; GORDON; GIMME, 2001; AHMAD; OJIEWATSCH; BASEDOW, 2003; AGGARWAL; BRAR, 2006; VENZON et al., 2007; CORDEIRO et al., 2010).

Silva, Batista e Brito (2009), investigaram os possíveis efeitos de produtos naturais sobre o predador *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae). Verificaram que o extrato aquoso da folha e semente de nim a 1% interferiu no aumento da capacidade de oviposição e desenvolvimento embrionário,

enquanto o óleo essencial de erva doce (*Foeniculum vulgare* Miller - Apiaceae), em floração e em rama a 1 %, reduziu a oviposição. Dos produtos testados, o mais seletivo foi o extrato aquoso de espirradeira (*Nerium oleander* L. - Apocynaceae), independente da concentração e parte utilizada.

Costa et al. (2007) ao estudarem o efeito do óleo de nim sobre *E. annulipes*, observaram que à medida que a concentração aumentava (0,0; 0,5; 2,25 e 5,0), alongava-se o período ninfal, como também a frequência das aplicações do produto reduziu o período de oviposição.

Estudos relacionados com o predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) e a influência da azadiractina foram realizados por Cosme, Carvalho e Moura (2007). Verificaram que a azadiractina a 10 mg/L mostrou-se favorável ao contexto do manejo integrado de pragas, pois favoreceu uma associação positiva entre produto natural e inimigo natural. Enquanto as dosagens de 50 e 100 mg/L apresentaram toxicidade moderada a alta para *C. sanguinea*, sendo que em todos os tratamentos houve redução na viabilidade dos ovos.

A espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) foi investigada por Vogt et al. (1998). Observaram que formulações de nim testadas em laboratório provocaram alterações na cutícula e músculos, mandíbulas mal formadas, desorientação das microfibrilas, destruição das mitocôndrias e fibras musculares mais espaçadas, além de mortalidade.

Carvalho (2009), utilizando extratos de folhas e sementes de nim e cinamomo (*Melia azedarach* L. - Meliaceae) nas concentrações 3,0 e 5,0% sobre o predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), constatou que o extrato de nim possui efeito tóxico no percentual de sobrevivência, quando comparado ao extrato de cinamomo.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. A.; PENNY, N. D. Faunal relations of Amazonian Chrysopidae. In: GEPP, J.; ASPÖCK, H.; HÖLZEL, H. (Ed.). **Recent research in Neuropterology**: proceedings of the second international symposium on Neuropterology. Graz: [s.n.], 1986. p. 119-124.
- ADAMS, P.A. Notes on Chrysopodes of the M.N.H.N. in Paris (Neuroptera, Chrysopidae). **Revue Française d'Entomologie**, France, v. 7, p. 5-8, 1985.
- ADAMS, P.A. Zoogeography of New World Chrysopidae, a progress report. **Folia Entomologica Mexicana**, Califórnia, v. 39/40, p. 210-211, 1978.
- ADAMS, P.A., PENNY, N.D. Neuroptera of the Amazon basin. Part 11a. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, n. 3/4, p. 413-479, 1987.
- AFFONSO, R. DA S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANCA, T. C. C. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 4, n.2, p.146-161, 2012.
- AGGARWAL, N.; BRAR, D.S. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. **Journal of Pest Science**, Gewerbestrasse, v. 79, p.201-207, 2006.
- AHMAD, M.; OJIEWATSCH, H.R.; BASEDOW, T. Effects of neem-treated aphids as food/hosts on their predators and parasitoids. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.127, p.458-464, 2003.
- ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. G. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 2, p. 8- 13, 1994.
- ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 23, p. 969-1022.
- ALMEHMADI, R.M. Larvicidal, histopathological and ultra-structure studies of *Matricharia chamomella* extracts against the rift valley fever mosquito *Culex quinquefasciatus* (Culicidae:Diptera). **Journal of Entomology**, Pakistan, v. 1, n. 8, p. 63-72, 2011.
- AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. Consumo de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Homoptera: Aphididae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 527-534, 2003.
- BONANI, J. P., et al. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Homoptera:

Pseudococcidae) e *Toxopteracitricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 31-38, 2009.

BORROR, D. J.; DELONGI, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Bluche, 1988. 653 p.

BRENE, R. G.; MEAGHER Jr, R. L.; DONALD, J. R.; NORDLUND, A.; YINTUNG, W. Biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in a greenhouse using *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). **Biological Control**, Dordrecht, v. 2, n. 1, p. 9-14, 1992.

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

CANARD, M. S.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. 323 p.

CARVALHO, C. F.; CIOCIOLA, A. I. Desenvolvimento, utilização e potencial de Neuroptera: Chrysopidae para o controle biológico na América Latina. In: **Simpósio de Controle Biológico 5**, Foz do Iguaçu. Anais... p, 294-303, 1996.

CARVALHO, M. J. Sobrevivência de Ninfas de *Podisus nigrispinus* Quando Expostas a Extratos de Neem e Cinamomo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Lavras, v. 4, n. 2, 2009.

CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: produção massal e o controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009, p.77-115.

CORDEIRO, E. M. G.; CORRÊA, A. S.; VENZON, M.; GUEDES, R. N. C. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, Costa Rica, v.81, p.1352-1357, 2010.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

COSER, T.R.; DE-POLLI, H. **Extrato de composto-composttea: potencial para o uso na agricultura orgânica**. White paper-Documento, Embrapa Labex - EUA. Área Mudança Global do Clima. 8 p.; 2003.

COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P. Efeitos de inseticidas botânicos e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 251-258, 2007.

COSTA, E.L.N.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 26, n. 2, p. 173-185, 2004.

COSTA, N.P.; OLIVEIRA, H.D.; BRITO, C.H.; SILVA, A.B. Influencia do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.7, n.2, 2007.

CROFT, BA. **Arthropod Biological Control Agents and Pesticides**. New York: Wiley, 1990. 723 p.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A; DELPUECH, J.M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, p. 81-106, 2007.

DIAS, P. M.; TOSCANO, L. C.; CATALANI, G. C. Capacidade predatória e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada com mosca-branca, advindas de algodão Bt e convencional. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 5, p. 1-6, 2014.

DONELSON, S. L.; GILES, K. L. Predator activity in winter canola within diversified landscapes. Integrated Pest Management Symposium. Presented by S. L. Donelson. **Entomological Society of America National Meeting**, Knoxville, Tennessee. 2012.

ECOLE, C. C.; SILVA, R. A.; LOUZADA, J. N. C.; MORAES, J. C.; BARBOSA, L. R.; AMBROGI, B. G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeellum* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2002.

EISNER, T.; ATTYGALLE, A. B.; CONNER, W. E.; EISNER, M.; MACLEOD, E.; MEINWALD, J. Chemical egg defense in a green lacewing (*Ceraeochrysa smithi*). **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, DC, v. 93, p. 3280-3283, 1996.

ERTHAL JUNIOR, M. 2011. **Controle biológico de insetos-praga**, p. 1-15. In I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o Ambiente, 2011. Campos dos Goytacazes, Escrita, 16p. 2011.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. Integração da Resistência de Plantas e Predação por *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) Para o Manejo de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em Sorgo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 487-492, 2003.

FREITAS, S. de. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Jaboticabal: Funep, 2001. 66 p.

FREITAS, S. de. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds).

Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, p. 209-224. 2002.

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

FREITAS, S. de. O uso de crisopídeos no manejo integrado de pragas. In: Simpósio de Controle Biológico 3, 1992, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa, CNPDA, 1992, p. 106.

FREITAS, S. New species of Brazilian green lacewings genus *Leucochrysa* McLachlan, 1968 (Neuroptera: Chysopidae) In: PANTALEONI, R.A., LETARDI, A., CORAZZA, C. (eds) Proceedings of the IX International Symposium on Neuropterology, Ferrara, Italy, 20-23, 2005. **Annali del Museo Cívico di Storia Naturale di Ferrara**, v. 8, p. 49-54, 2007.

GLANTZ, S.A., SLINKER, B.K. **Primer of applied regression and analysis of variance.** New York: McGraw-Hill, 1990. 777 p.

GEEP, J. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae.** The Hague: W. Junk, 1984. p. 9-19.

GILES, K. L.; MCCORNACK, B. P.; HAGLER, J. R.; KRING, T. J.; DONELSON, S. L.; MULLINS, K.; JESSIE, C. N.; JESSIE, W.; BRADFORD, N. Movement of insect predators among an oilseed crop (winter canola), winter wheat, and uncultivated pasture in the Southern Plains. Presented by K. L. Giles. Poster Presentation, **Entomological Society of America National Meeting**, Knoxville, Tennessee. 2012.

GONÇALVES, M. S. 2013. 68f. **Flutuação populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) e de seus inimigos naturais em um plantio de citros, Manaus, Amazonas, Brasil.** Dissertação de mestrado – INPA, Manaus, 2013.

GONÇALVES, M. S.; PENA, M. R.; SILVA, N. M. Entomofauna de inimigos naturais da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), na região de Manaus, Amazonas. **Resumo do XXII Congresso Brasileiro de Entomologia**, Uberlândia, Minas Gerais, 2008.

HAGLEY, E. A. C. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* Degger (Homoptera: Aphididae). **Canadia Entomologist**, Ottawa, v. 121, n. 4/5, p. 309-314, 1989.

HASSAN, S. A. Releases of *Chrysoperla carnea* Steph, to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Dublin, v. 85, n. 2, p. 118-123, 1978.

HASSELL, M.P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems.** Princeton: Princeton University Press, 1978. 227 p.

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

HOLLING, C.S. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. **Memoirs of Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 45, p. 6-60, 1965.

HODDLE, M. S., ROBINSON, L. Evaluations of factors influencing augmentative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado orchards. **Biological Control**, Dordrecht, v. 31, n. 3, p. 268 – 275, 2004.

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

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

ILHARCO, F. A. 1992. **Equilíbrio ecológico de afídeos**. Lisboa, Fundação Calouste, Gulbenkian, 300p.

JANKOWSKA, B. The effect of cruciferous vegetables on occurrence of Cecidomyiidae, Coccinellidae and Chrysopidae predators in colonies of cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). **Journal of Plant Protection Research**, Poland, v. 45, n. 4, p. 301-308, 2005.

JESSIE, W. 70 f. **Suitability of *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) from winter canola for development and survival of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)**. Dissertação (Mestre em Ciências). Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma. 2013.

JULIANO, S.A. Non-linear curve-fitting: predation and functional response curves. In: SCHEINER, S.M.; GUREVITCH (Ed.). **Design and analysis of ecological experiments**, 3rd ed. New York: Chapman & Hall, 2003. p. 178-196.

KAHAN, I., MORSE, J. G. Field evaluation of *Chrysoperla* spp. as predators of citrus trips. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 15, n. 6, p. 607-610, 1999a.

KAHAN, I., MORSE, J. G. Laboratory studies on evaluation of *Chrysoperla* spp. as predators of citrus trips. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 15, n. 5, p. 459-465, 1999b.

KOGAN, M., JEPSON, P., 2007. In: KOGAN, M., JEPSON, P. (Eds.). **Perspectives in Ecological. Theory and Integrated Pest Management**. Cambridge University Press, USA.

KOSZTARAB, M. Homoptera. In: PARKER, S. P. (ed). **Synopsis and classification of living organisms**. New York, McGraw-Hill, 1982. p. 447-470.

LANTEREN, J.C. van. Critérios de Seleção de Inimigos Naturais. In: BUENO V.H.P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. cap.1, p.11-32.

MAIA, W. J. M. S. Levantamento da entomofauna de inimigos naturais da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), no município de Capitão Poço/PA. **Anais...** XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado/RS, 2004.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T. J. A. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004.

MANTOANELLI, E. **Morfologia comparada das larvas de cinco espécies de Leucochrysa (Neuroptera; Chrysopidae) da Região Norte Fluminense**. 2009. 122p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal): Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Rio de Janeiro. 2009.

MANTOANELLI, E., ALBUQUERQUE, G.S. Desenvolvimento e comportamento larval de *Leucochrysa* (Leucochrysa) varia (Shneider) (Neuroptera, Chrysopidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 302-311, 2007.

MANTOANELLI, E., TAUBER, C.A., ALBUQUERQUE, G.S., TAUBER, M.J. Larvae of four *Leucochrysa* (Nodita) species (Neuroptera: Chrysopidae: Leucochrysini) from Brazil's Atlantic Coast. **Annals of the Entomological Society of America**, Oxford, v. 104, n. 6, p. 1233-1259, 2011.

MARTÍNEZ, N. B.; SOUZA, B; GERAUD, F. Enemigos naturales de La mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em Venezuela. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 29, p. 453-458, 1979.

MCEWEN, P.; NEW, T.; WHITTINGTON, A.E. (eds.) **Lacewings in the crop environment**. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 2001.

MEDINA. P.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F.; TIRRY, L.; VINUELA, E. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxifen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Pest Management**, Queensland, v.32, n.1, p.196-203, 2003.

MORANDO, R.; TOSCANO, L. C.; MARTINS, G. L. M.; EDUARDO, W. I.; MARUYAMA, W. I.; SANTOS, L. S. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 42-48, 2014.

MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, M. E.; MORENO, S. C.; MARTINS, J. C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; PAULA

JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Ed.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: Epamig/CTZM. 2006. v.1, p. 89-120.

MORGAN, E.D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic Medicinal Chemistry**, v.17, p. 4096-40105, 2009.

MOSSINI, S.A.G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadiractha indica* A. Juss): Múltiplos usos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, n.25, v.1, p.139-148, 2005.

NDIONE, R.D.; FAYE, O.; NDIAYE, M.; DIEYE, A.; AFOUTOU, J.M. Toxic effects of neem products (*Azadiractha indica* A. Juss) on *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 larvae. **African Journal of Biotechnology**, Kenya, v.6, n.24, p.2846-2854, 2007.

NETER, J., WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Homewood: Richard S Irwin, 1974. 1181 p.

NEVES, B.P.; OLIVEIRA, I.P.; NOGUEIRA, J.C.M. Cultivo e Utilização do Nim Indiano. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Goiânia (GO), 12 p. (Circular técnica, 62). 2003.

NEW, T. R. Notes on the debris-carrying habit in larvae of British Chrysopidae (Neuroptera). **Entomologist's Gazette**, Faringdon, v. 20, p. 119-124, 1969.

NEW, T.R. A review of the biology of Neuroptera Planipennia. **Neuroptera International**, Supplemental Series, v.1, 1986. 57p.

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**, Londres, v. 127, p. 115-140, 1975.

O'NEIL, R. J. Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 6, p. 1183- 1190, 1997.

O'NEIL, R. J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insects pests in agricultural systems. In: BAKER, R. R.; DUNN, P. E. (Ed.) **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Academic, 1990. p. 83- 86.

OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R.; COSTA, W. J. D.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177-182, 2014.

PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Effects of various prey species on development, survival and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae). **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 2, p. 163–170, 2007.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. 2002. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Editora Manole, São Paulo. 609p.

PENNY, N.D. Family Chrysopidae, p.187-227 (text), 301-373 (figures). In: PENNY, N.D. (ed). A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, San Francisco, v. 53, p. 161-457, 2002.

PENNY, N.D. Lista de Megaloptera, Neuroptera e Raphidioptera do México, América Central, Ilhas Caraíbas e América do Sul. **Acta Amazonica**, Michigan, v. 7, n. 4, p. 1-61, 1977.

PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; SILVA, M. G.; CARVALHO, C. F. Efeito de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sobre alguns aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n. 4, p.429-433, 2003.

PICANÇO, M. C. **Manejo Integrado de Pragas**. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Biologia Animal. Viçosa, MG, 2010.

PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R.A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 1, p.45-61, 2002.

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

QUEZADA, J. R. Biological control of *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae) in El Salvador. **Entomophaga, Ithaca**, v. 19, n. 3, p. 243-254, 1974.

QI, B.; GORDON, G.; GIMME, W. Effects of neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). **Biological Control**, Austrália, v.22, p.185-190, 2001.

RIBEIRO, L. P.; DEQUECH, S. T. B.; DHONATHÃ, D. S; FERREIRA, F.; SAUSEN, C. D.; STURZA, V. S.; CAMERA, C. Toxicidade de inseticidas botânicos sobre *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.16, n.2, p. 246-254, 2009.

RIBEIRO, A.E.L.; CASTELANI, M.P.; MALUF, R.P.; MOREIRA, A.A.; LEITE, S.A.; COSTA, D.R. Occurrence of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in two coffee cropping systems. **Academic Journals**, Kenya, v. 9, n. 20, p. 1597-1603, 2014.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Inundative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Heliothis* on cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 62, n. 1, p. 177-180, 1969.

RODRIGUES, C. A.; BATTEL, A. P. M. B.; MARTINELLI, N. M.; MORAL, R. A.; SERCUNDES, R. K.; GODOY, W. A. C. Dynamics and Predation Efficiency of

Chrysoperla externa (Neuroptera: Chrysopidae) on *Enneothrips flavens* (Thysanoptera: triptidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 97, n. 2, p. 653-658, 2014.

RODRIGUES, W. C.; NASCIMENTO, S. A.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência e distribuição de crisopídeos e sirfídeos, inimigos naturais de insetos-pragas de citros no Estado do Rio de Janeiro. XII Jornada de Iniciação Científica da UFRuralRJ, Rio de Janeiro. **Anais...** v. 12, n. 2, p. 37-41, 2002.

ROEL, A. R.; VENDRAMIN, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 799- 808, 2000.

ROGERS, D. Random search and insect population models. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 41, p. 369-383, 1972.

ROYAMA, T. A. Comparative study of models for predation and parasitism. **Research Population Ecology**, Kyoto, v. 1, p. 91, 1971. Supplement.

RUGNO, G. R. 2013. 118 f. **Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), desenvolvimento em diferentes temperaturas e diversidade de crisopídeos em propriedades com manejo intensivo e convencional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

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

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Version 8 Edition. Cary, 2001.

SIDIQUI, B. S.; AFSHAN, F.; GULZAR, T.; SULTANA, R.; NAQVI, S. N.; TARIQ, R. M. Tetracyclic triterpenoids from the leaves of *Azadiractha indica* and their insecticidal activities. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 51, n. 4, p. 415-417, 2003.

SILVA FILHO, G. 2011. 106 f. **Propriedades das taxocenoses de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) em remanescentes de Mata Atlântica nas regiões do Parque Estadual do Desengano e da Reserva Biológica União, RJ. E Biologia de *Leucochrysa* (Nodita) *paraquaria* (Návas), espécie abundante nesse bioma**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais): Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011.

SILVA, A. B. Mosca negra dos citros, (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) uma praga potencial para a citricultura brasileira. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P. **Pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, p. 147-156, 2005.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 7-11, 2009.

SILVA, A.B.; BATISTA, J.L.; BRITO, C.H. Influência de produtos de origem vegetal na oviposição e no desenvolvimento embrionário de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.3, p.54-65, 2009.

SILVA, A.B.; BRITO, J.M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agrotec**, v.36, n.1, p.248-258, 2015.

SILVA, C. G.; SOUZA, B.; AUAD, A. M.; BONANI, J. P.; TORRES, L. C.; CARVALHO, C. F.; ECOLE, C. C. Desenvolvimento das fases imaturas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de *Bemisia tabaci* criadas em três hospedeiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1065-1070, 2004.

SILVA, D.M.P.; ATAÍDE, M.L.; SANTOS, E.A.; BARBOSA, D.S.; CONCEIÇÃO, R.M.; TEIXEIRA, E.C.; AQUINO, R.E.; COSTA, E.J.F.; PALUCH, L.R.B.; MAIA, W.J.M.S. Produção massal de crisopídeos na biofábrica CRISOBIOL de IPA. In: FIGUEIREDO, M.V.B.; GOMES, E.W.F.; ROSA, R.C.T.; MESSIAS, A.S.; OLIVEIRA, J.P.; SILVA, D.M.P.; SOUZA, A.R.; ASSIS, T.C.; CAVALCANTI, V.A.L.B.; GURGEL, L.M.S.; LEMOS, M.C.; ASSUNÇÃO, M.S.; BOCAGE NETA, A.L.; CANUTO, V.T.B.; MARANHÃO, L.M.A.C.; LIRA NETO, A.C.; CASTELLETTI, C.H.M. (Org.). **Manual de práticas laboratoriais: um guia para pesquisa**. Recife, PE: IPA, 2013a, p.213-221.

SILVA, D.M.P.; COITINHO, R.L.B.C.; LACERDA, C.A.; MAIA, W.J.M.S. Controle biológico aplicado de crisopídeos para combate à mosca negra dos citros em Pernambuco. In: FIGUEIREDO, M.V.B.; SILVA, D.M.P.; TABOSA, J.N.; BRITO, J.Z.; FRANÇA, J.G.E.; WANDERLEY, M.B.; SANTOS FILHO, A.S.; GOMES, E.W.F.; LOPES, G.M.B.; OLIVEIRA, J.P.; SANTIAGO, A.D.; SILVA, F.G.; PACHECO, M.I.N.; SILVA, C.C.F. (Org.). **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável**. Recife, PE: IPA/EMATER-AL, 2013b, p.273-283.

SILVA-MAIA, W. J. M.; SANTOS, E. A.; SANTOS, D.; SILVA, D. M. P.; MAIA, T. J. A. F. “CRISOBIOL – Biofábrica de Chrysopidae: da produção a aplicação em campo”. In: **13º Simpósio de Controle Biológico**. Anais...Bonito, Mato Grosso do Sul, 2013.

SMITH, R.C. A study of the biology of the Chrysopidae. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v. 14, p. 27-35, 1921.

SMITH, R.C. The trash-carrying habit of certain lace wing larvae. **Scientific Monthly**, New York, v. 23, p. 265-267, 1926.

SOLOMON, M. E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 1-35, 1949.

SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CARVALHO, C. F. Seletividade de alguns inseticidas e acaricidas a ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 775-779, 1996.

STARK, J.D., SUGAYAMA, R.L., KOVALESKI, A. Why demographic and modeling approaches should be adopted for estimating the effects of pesticides on biocontrol agents. **Bio Control**, New York, v. 52, p. 365–374, 2007.

STELZL, M.; DEVETAK, D. Neuroptera in agricultural ecosystems. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, Amsterdam, 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. (Ed.). **Encyclopedia of insects**. San Diego: Academic, 2003. p. 785-798.

TAUBER, C.A. The genus of *Leucochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) in the United States: a systematic review. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 97, n. 6, p. 1129-1158, 2004.

TAUBER, C.A. Review of *Berchmansus* and *Vieira* and description of two new species of *Leucochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 100, p. 110-138, 2007.

TAUBER, C.A., SOSA, F. Rediscovery of *Nuvol umbrosus* Návas (Neuroptera: Chrysopidae: Leucochrysinini) a redescription and discussion. **ZooKeys**, Ottawa, v. 519, p. 141-153, 2015.

TAUBER, C.A., SOSA, F., ALBUQUERQUE, G.S., TAUBER, M.J. Adults and larvae of two *Leucochrysa* (*Leucochrysa*) species (Neuroptera: Chrysopidae): descriptions, biological notes, and relationships. **Zootaxa**, New Zealand, v. 3750, n. 2, p. 101-129, 2013.

TAUBER, C.A.; ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, M.J. A new species of *Leucochrysa* and a redescription of *Leucochrysa* (*Nodita*) *clepsydra* Banks (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa**, New Zealand, v. 1781, p. 1-19, 2008.

TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J.; ALBUQUERQUE, G.S. Debris-Carrying in Larval Chrysopidae: Unraveling Its Evolutionary History. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 107, n. 2, p. 295-314, 2014.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; DAANE, K. M.; HAGEN, K. S. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **American Entomologist**, Lanham, v.46, n. 1, p.26-38, 2000.

TRINDADE, T. D; RACCA FILHO, F.; LIMA, A. F. O gênero *Paraleyrodes* (Quaintance) (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Rio de Janeiro – Brasil. **Entomotópica**, Maracay, v. 26, n. 2, p. 69-77, 2011.

TRINDADE, T.; LIMA, A. F. Predação de espécies de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Estado do Rio de Janeiro – Brasil. **Entomotropica**, Maracay, v. 27, n. 2, p. 71-75, 2012.

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

TURCHIN, P. **Complex population dynamics: a theoretical/empirical synthesis**. Princeton: Princeton University Press, 2001. 456 p. Whitcomb, W.H. 1981. The use of predators in insect control, p. 105-123. In Pimentel, D. (ed.), **CRC Handbook of pest management in agriculture**. vol. 1, Boca Raton, CRC Press, 597p.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Org). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Pallotti, Santa Maria, Brasil, 2000. 234p. p.113-128, 2000.

VENZON, M.; ROSADO, M.C.; PALLINI, A; FIALHO, A; PEREIRA, C.J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.627-631, 2007.

VOGT, H.; GONZALEZ, M.; ADAN, A.; SMAGGHE, G.; VINUELA, E. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). **Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas**, Madrid, v.24, n.1, p. 67-78, 1998.

WANDERLEY JUNIOR, J.S.A.; MELCHIOR, S.N.B.; SANTOS, F.N.; SANTOS, I.C.S.. Sistema de Produção de Algodão Agroecológico no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 4, p. 3010-3013, 2009.

WINTERTON S.L., De FREITAS, S. Molecular phylogeny of the green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae). **Australian Journal of Entomology**, San Francisco, v. 45, p. 235-243, 2006.

WINTERTON, S.L., BROOKS, S.J. Phylogeny (Neuroptera: Chrysopidae: Apochrysinae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 95, p. 16-28, 2002.

WOLFF, V. R. S. Subordem Sternorrhyncha. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO C. J. B. de; CASARI, S.A.; CONSTANTINO R (Eds). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 2012. p. 349-359.

3 ASPECTOS BIOLÓGICOS E RESPOSTA FUNCIONAL DE *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) ALIMENTADO COM DIFERENTES PRESAS

RESUMO

Os crisopídeos são insetos predadores encontrados em vários agroecossistemas e associados a diferentes pragas de importância agrícola. São inimigos naturais de interesse em programas de controle biológico em diferentes culturas. Este experimento teve como objetivo avaliar a duração e viabilidade das fases do ciclo larva-adulto, bem como a razão sexual, fecundidade e fertilidade das fêmeas do crisopídeo *Leucochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) submetidas às diferentes fontes alimentares: (i) ovos, ninfas e pupas de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) e (ii) *Aleurodicus magnificus* Costa Lima, 1928 (Hemiptera: Aleyrodidae); ninfas e adultos de (iii) *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) e (iv) *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) comparados à dieta alternativa (v) ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Também foi estudada sua capacidade de predação, por meio da resposta funcional, sobre os pulgões *B. brassicae* e *T. citricida*. Os crisopídeos foram criados e multiplicados, seguindo-se o protocolo da Biofábrica CRISOBIOL-IPA, Recife-PE. E os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola do CECA-UFAL. Larvas recém- eclodidas do predador foram acondicionadas em caixas plásticas com 220 mL de capacidade e alimentadas com seus respectivos tratamentos (n=5), onde permaneceram até a emergência dos adultos. Foram formados 20 casais para cada tratamento, transferidos para gaiolas de PVC revestidas internamente com papel sulfite para deposição dos ovos. Para avaliar a resposta funcional, larvas de primeiro e segundo ínstares do predador foram acondicionadas juntamente com as respectivas presas em placa de Petri forradas com papel filtro umedecido, onde permaneceram por 24 horas até a contagem do número de presas vivas remanescentes em cada repetição (n=10). Observou-se para larva-adulto de *Leucochrysa* sp. uma duração média aproximadamente de 34 dias, apresentando diferença para o pulgão *B. brassicae*. Entretanto para a presa *A. magnificus* só foi possível o completo desenvolvimento do primeiro e segundo ínstares. A viabilidade de larva-adulto foi de 80%, quando alimentadas com *B. brassicae* e 100% para os demais tratamentos. O padrão de resposta funcional foi do tipo II, não sendo alterado sob a influência das diferentes presas nas fases utilizadas neste estudo.

Palavras-chave: Controle biológico. Crisopídeos. Predação. Biologia.

ABSTRACT

BIOLOGICAL ASPECTS AND FUNCTIONAL RESPONSE OF *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) FED ON DIFFERENT PREY

ABSTRACT

Green lacewings are predatory insects found in several agroecosystems and associated with different pests of agricultural importance. They are natural enemies in biological control programs for different crops. The aim of this study was to evaluate the duration and viability of the larval-adult cycle, as well as the sex ratio, fecundity and fertility of the female of *Leucochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) submitted to different dietary sources: (i) eggs, nymphs and pupae of *Aleurocanthuswoglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) and (ii) *Aleurodicusmagnificus* Costa Lima, 1928 (Hemiptera: Aleyrodidae); nymphs and adults of *Toxopteracitricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) and (iv) *Brevicorynebrassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) compared to the alternative diet (v) eggs of *Anagastakuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). The predatory capacity, through functional response, on the aphids *B. brassicae* and *T. citricida* was also evaluated. The green lacewings were reared and multiplied following the protocol of the bio-factory CRISOBIOL-IPA, Recife-PE. The bioassays were carried out at the Laboratory of Agricultural Entomology of CECA-UFAL. Newly hatched larvae of the predator were kept in plastic boxes of 220 mL and fed with the respective treatments (n = 5) until adult emergence. 20 couples were formed for each treatment, transferred to PVC cages internally coated with sulphite paper for oviposition. To evaluate the functional response, predator larvae of first and second instar were kept together with the respective prey in Petri dishes, lined with moist filter paper, for 24 hours, to evaluate the number of live prey in each repetition (n = 10). It was observed for the larval-adult cycle of *Leucochrysa* sp. an average period of approximately 34 days, presenting a significant difference for the *B. brassicae* aphid. However, for *A. magnificus* the development was only possible for the first and second instar. The larval-adult viability was 80%, when fed on *B. brassicae* and 100% for the other treatments. The functional response pattern was a type II and it was not altered by the influence of the different prey stages in this study.

Keywords: Biological control. Chrysopidae. Predation. Biology.

3.1 INTRODUÇÃO

Com cerca de 6.000 espécies, Neuroptera é uma das menores ordens de insetos (WINTERTON; HARDY; WIEGMANN, 2010), no entanto os integrantes desta ordem são excelentes predadores sendo bastante estudados e usados em programas de controle biológicos (TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2009).

Os insetos da família Chrysopidae Schneider, 1851, conhecidos no Brasil como “bichos-lixeiros” ou crisopídeos (ALBUQUERQUE, 2009) se destacam pela riqueza de inimigos naturais de ácaros e insetos-praga, em muitas culturas de interesse econômico, controlando assim a densidade populacional destes organismos. Possuem grande capacidade de busca, voracidade das larvas sendo capazes de alimentar-se de grandes quantidades de suas presas, alto potencial reprodutivo, resistências a certos inseticidas e facilidade de criação em laboratório, o que favorece o uso desses insetos em programas de controle biológico (MAIA et al., 2004; McEWEN; NEW; WHITTINGTON, 2007).

Crisopídeos têm despertado a atenção quanto ao seu uso no controle de insetos e ácaros-praga desde o final do século XX, e seu potencial de uso como agentes de controle biológico cresceu, à medida que se passou a conhecer melhor sua biologia (FREITAS, 2001; SOUZA BEZERRA et al., 2009).

Carvalho e Souza (2009) realizaram um levantamento sobre estudos desenvolvidos no Brasil que têm demonstrado o potencial dos crisopídeos sobre artrópodes-praga, com *Alabama argillacea* Hübner, 1818 e *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae), *Coccus* sp. (Hemiptera: Coccidae), *Orthezia* sp. (Hemiptera: Ortheziidae), *Pinnapis* sp., *Selenaspidus* sp. (Hemiptera: Diaspididae), *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), incluindo diversas espécies de pulgões, *Leptopharsa heveae* Drake e Poor, 1935 (Hemiptera: Tingidae), *Scirtothrips perseae* Nakahara, 1997 (Thysanoptera: Thripidae), *Brevipalpus phoenicis* Geijskes, 1939 (Acari: Tenuipalpidae), *Oligonychus ilicis* McGregor, 1917 (Acari: Tetranychidae), entre outros, e mais recentemente *Toxoptera citricida*, Kirkaldy, 1907 (Hemiptera: Aphididae) (BATTEL, 2011), *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) (SOUZA et al., 2015) e *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) (DE OLIVEIRA, 2016).

O gênero *Leucochrysa* (McLachlan, 1868) é considerado o mais diverso da família Chrysopidae no mundo, com aproximadamente 200 espécies descritas e muitas outras

aguardando descrição (MONTANELLI, 2011). Está distribuído entre o norte dos Estados Unidos e a Argentina e tem preferência por biomas florestais. Embora sejam predominantes, tanto em diversidade como em abundância nestes ecossistemas, tem se mostrado importantes em agroecossistemas como pomares, seringais e eucaliptais. A biologia deste grupo de predadores ainda é praticamente desconhecida, assim como o papel que eles exercem no controle das populações de suas presas (MONTANELLI; ALBUQUERQUE, 2007).

A resposta funcional de um predador descreve a relação entre o número de presas capturadas e o número de indivíduos disponíveis, determinando a quantidade de presas consumidas à medida que a densidade inicial aumenta (SOLOMON, 1949).

Devido à necessidade de potencializar o uso dos crisopídeos no controle biológico, este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos de *Leucochrysa* sp. alimentado com diferentes presas e averiguar sua capacidade de predação por meio da resposta funcional sobre os pulgões *B. brassicae* e *T. citricida*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola do Centro de Ciência Agrárias (CECA), localizado em Rio Largo, Alagoas e pertencente à Universidade Federal de Alagoas (UFAL), de coordenadas geográficas 9° 27' S, 35° 27' W e altitude 127 metros.

3.2.1 Origem e Criação do Predador e das Presas

Os crisopídeos do gênero *Leucochrysa* foram provenientes da criação mantida pela Biofábrica CRISOBIOL/LABEN pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (Sede) - IPA, Recife-PE. A sua multiplicação foi realizada no Laboratório de Entomologia Agrícola do CECA, seguindo-se o protocolo da biofábrica.

A espécie encontra-se em processo de identificação pelo taxonomista/Prof. Dr. Francisco José Sosa Duque – Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, UCLA, Venezuela.

Para a formação dos casais, os insetos foram sexados através da observação da genitália, em que a fêmea apresenta uma pequena abertura no final do abdome

(TAUBER; ALBUQUERQUE; TAUBER, 2011) e acondicionados em gaiolas de cloreto de polivinila (PVC) de 30 cm de altura por 20 cm de diâmetro, revestidas internamente por papel sulfite. A extremidade superior das gaiolas foi fechada com filme de PVC, e a extremidade inferior apoiada em uma placa de polietileno, medindo 4 cm de altura e 25 cm de diâmetro também forrado com papel sulfite. A dieta oferecida aos adultos foi à base de levedo de cerveja e mel na proporção de 1:1, pincelada em um pedaço de papel sulfite disposto sobre a parte inferior da gaiola, bem como um recipiente com água destilada contendo um chumaço de algodão. As trocas de dieta e água ocorreram três vezes por semana.

Após a oviposição, os ovos provenientes desses adultos eram raspados com o auxílio de espátulas de metal e confinados em caixas plásticas retangulares de 4 litros de capacidade, cuja tampa era vedada com tecido de algodão (morim) de forma a permitir a aeração, mantidas em sala climatizada (temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) para a eclosão e desenvolvimento das larvas. Folhas de oitizeiro (*Licania tomentosa*) (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae) coletadas no CECA-UFAL foram fornecidas para construção do lixo. As larvas foram alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) até a pupação. Os ovos de *A. kuehniella* utilizados como presa para os crisopídeos foram adquiridos em insetário comercial (Empresa Promip, Manejo Integrado de Pragas) e acondicionados em freezer a uma temperatura média de -3°C até a sua utilização.

A criação e multiplicação de mosca-negra, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) e pulgão-dos-citros, *Toxoptera citricida*, Kirkaldy, 1907 (Hemiptera: Aphididae) se iniciou com a coleta de exemplares em plantas de laranja pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio) (Rutaceae) cultivadas em campo no Povoado de Pé Leve ($9^{\circ}47'55,57''$ S e $36^{\circ}32'55,56''$ W), em Arapiraca-AL. Os insetos foram criados em plantas da mesma variedade, em vasos de 20 litros contendo mistura de terra com matéria orgânica na proporção 1:1 e acondicionados em gaiolas.

O pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae), foi coletado em infestação natural em plantas de couve *Brassicae oleracea* v. *acephala* (Brassicaceae) cultivar Geórgia do setor de Olericultura do CECA/UFAL em Rio Largo-AL. A multiplicação dos insetos foi feita em mudas de couve cultivadas em vasos plásticos de 500 mL preenchidos com mistura de terra e cama de aviário na proporção 1:1, mantidos em casa de vegetação.

Aleurodicus magnificus Costa Lima, 1928 (Hemiptera: Aleyrodidae) foi obtido através de plantas de biribá (*Annona mucosa* (Bai.) H. Rainer) (Annonaceae) naturalmente infestadas no campus CECA-UFAL.

3.2.2 Aspectos Biológicos de *Leucochrysa* sp.

Neste experimento avaliou-se a duração e viabilidade da fase larval, bem como a razão sexual, fecundidade e fertilidade das fêmeas do crisopídeo *Leucochrysa* sp. submetido às diferentes fontes de alimento ofertadas.

Para este estudo foram utilizadas larvas recém-eclodidas provenientes da criação mantida em laboratório. Estas larvas foram individualizadas com pincel de cerdas macias (nº 0) e transferidas individualmente para caixas retangulares de 220 mL, fechadas com tampa vedada com tecido tipo “voil”, onde foi ofertado o alimento de acordo com o tratamento correspondente: ninfas e adultos de *T. citricida* (i) e de *B. brassica* (ii); ovos, ninfas e pupas de *A. woglumi* (iii) e *A. magnificus* (iv); além da testemunhas ovos de *A. kuehniella* (v). As densidades de presas oferecidas às larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstares de *Leucochrysa* sp. foram previamente determinadas observando que as mesmas caracterizavam abundância de alimento. Cada tratamento foi composto por 50 larvas.

O estudo da biologia das fases imaturas foi conduzido com avaliações diárias, desde a oviposição até a emergência dos adultos. As variáveis avaliadas foram a duração e a viabilidade das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico (larva-adulto). Para a estimativa da duração da fase de pupa, foi considerado o intervalo entre o início da construção do casulo e a emergência do adulto, pois a última ecdise larval acontece dentro do casulo (SMITH, 1922). Durante as observações se removia da placa o excedente de presas do dia anterior e ofertavam-se novas presas; esta avaliação foi realizada até a emergência dos adultos. As pupas foram observadas diariamente para se determinar a duração e viabilidade desta fase. Quanto à sexagem dos adultos esta foi feita através da observação da genitália, onde se apresenta o dimorfismo.

Após a emergência dos adultos foram formados casais para todos os tratamentos (n=20), com exceção do tratamento *A. magnificus* por não terem adultos emergidos e transferidos para gaiolas de PVC com 12 cm de altura x 10 cm de diâmetro (um casal por gaiola), revestidas internamente com papel sulfite branco como substrato para oviposição e alimentados com levedo de cerveja e mel (1:1). Foi avaliado o número de

ovos/fêmea e a viabilidade dos mesmos, coletados a partir da primeira postura até o 120º dia, que foram individualizados em compartimentos de placas de teste ELISA. As placas foram revestidas com filme de PVC transparente e mantidas em sala climatizada regulada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e 12h de fotofase até a eclosão das larvas, para posterior avaliação do número de larvas eclodidas.

3.2.3 Resposta Funcional de *Leucochrysa* sp. sobre *Toxoptera citricida* e *Brevicoryne brassicae*

Com este estudo determinou-se a taxa de predação de *Leucochrysa* sp. sobre *T. citricida* e *B. brassicae* em diferentes densidades. Foram utilizadas larvas de segundo e terceiro ínstares do predador com um dia de idade e adultos de *T. citricida* e *B. brassicae* como presas.

As larvas utilizadas na avaliação da resposta funcional foram alimentadas, nos ínstares anteriores, com ovos de *A. kuehniella*.

A resposta funcional de *Leucochrysa* sp. foi avaliada mediante fornecimento de adultos dos pulgões *T. citricida* e *B. brassicae*, para os dois últimos ínstares, constituindo, dessa forma as densidades de presas (Tabela 1).

Tabela 1 - Densidades de adultos de *Toxoptera citricida* e *Brevicoryne brassicae* oferecidas às larvas de 2º e 3º ínstares de *Leucochrysa* sp. ($\pm$ EP) em condições de laboratório. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Densidades de presa	Ínstares do predador	
	2º	3º
1	10	10
2	20	30
3	30	50
4	40	70
5	50	100

A quantidade de pulgão utilizada foi determinada através de um ensaio preliminar efetuado a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR: $70\pm 10\%$. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (densidade) e dez repetições, com uma larva de *Leucochrysa* sp. por repetição, totalizando 50 larvas de cada ínstar para ambas as presas.

Os pulgões foram colocados em placas de Petri de 6,5 cm de diâmetro, forradas com papel filtro levemente umedecido com água destilada, nas respectivas densidades (Tabela 1). A transferência dos adultos de *T. citricida* e *B. brassicae* foi realizada

com auxílio de pincel de cerdas macias. Em seguida, as larvas tanto de segundo quanto de terceiro ínstaes de *Leucochrysa* sp. foram transferidas individualmente para as placas de Petri de acordo com o tratamento correspondente, onde permaneceram por 24h. Os crisopídeos utilizados foram previamente privados de alimentação por 24h, para igualar o nível de saciedade. Após esse período foi contabilizado o número de presas vivas remanescentes em cada repetição. Os pulgões consumidos foram contados com o auxílio de um microscópio estereoscópico. Os indivíduos predados pelo crisopídeo ficaram com aspecto “desidratado”, enquanto os que morriam por outras causas permaneciam na sua forma natural.

3.2.4 Ajuste do modelo de resposta funcional

A experimentação é geralmente conduzida considerando a diminuição do consumo de presas e tem a propriedade de dar aos dados a dimensão da predação estocástica, por permitir a variação do número de presas disponíveis (SJOBERG, 1980; HOUCK; STRAUSS, 1985). O método mais comum utilizado em análises de resposta funcional é a regressão não-linear pelo método dos quadrados mínimos, envolvendo N_o e N_e (LIVDAHL, 1979; LIVDAHL; STIVEN, 1983; TREXLER; MCCULLOCH; TRAVIS, 1988; JULIANO; WILLIAMS, 1996;). No presente estudo o modelo de regressão logística polinomial foi ajustado aos dados para avaliação do tipo de resposta funcional. Em razão do resultado obtido os dados foram ajustados à equação de Holling.

Na primeira etapa deste experimento determinou-se a forma da curva de resposta funcional através de regressão logística da proporção de presas consumidas em função das densidades originais de presas por predador usando Proc CATMOD do programa SAS. Inicialmente, foi testado o modelo cúbico devido à capacidade de capturar todas as possíveis variações das curvas de resposta funcional. Em seguida, fizeram-se as reduções dos termos da equação até a obtenção de significância desses. O sinal do termo linear da equação gerada a partir da proporção de presas consumidas/mortas pela densidade de presas foi utilizado para determinar o tipo de resposta funcional, este quando não significativo indica resposta funcional Tipo I, quando negativo indica resposta funcional Tipo II e quando positivo resposta funcional Tipo III. Na segunda etapa determinaram-se os parâmetros: tempo de manipulação (T_h) e taxa de ataque (a') da resposta funcional. Estes parâmetros foram estimados por

regressão não linear empregando o método dos quadrados mínimos (PROC NLIN do SAS) de acordo com a metodologia descrita por Juliano (1993) e comparados pelo intervalo de confiança a 95%.

3.2.5 Análise estatística

Os dados referentes à duração (dias) e viabilidade (%) dos ínstares larvais e pupal, período de pré-oviposição, fecundidade e fertilidade foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas por meio teste de Tukey ($p=0,05$) utilizando o programa SAS.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Aspectos biológicos de *Leucochrysa* sp.

A duração média para o ciclo de vida (larva-adulto) de *Leucochrysa* sp não foi influenciada quando alimentada com *A. woglumi* e *T. citricida*, quando comparados a dieta alternativa ovos de *A. kuehniella*, ocorrendo apenas um acréscimo de aproximadamente três dias para *B. brassicae* (Tabela 2).

Tabela 2 - Duração média (dias) e viabilidade (%) das fases imaturas, pupa, fecundidade e fertilidade de *Leucochrysa* sp. ($\pm$ EP) alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella*, *Aleurocanthus woglumi*, *Toxoptera citricida*, *Brevicoryne brassicae* e *Aleurodichus magnificus*. Temperatura: $25\pm 2^\circ\text{C}$, U.R: 70 ± 10 e fotofase de 12 horas.

Duração média (dias) para as características biológicas de <i>Leucochrysa</i> sp. alimentada com diferentes presas						
Varáveis do ciclo biológico de <i>Leucochrysa</i> sp.	<i>A. kuehniella</i> ¹	<i>A. woglumi</i> ²	<i>T. citricida</i> ³	<i>B. brassicae</i> ⁴	<i>A. magnificus</i> ⁵	P
Primeiro ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	5,94 $\pm$ 0.09 a	6.00 $\pm$ 0.06 a	6.30 $\pm$ 0.21 a	11,76 $\pm$ 0.81 b	< 0,0001
Segundo ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	5,94 $\pm$ 0.09 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.52 $\pm$ 0.31 a	15,26 $\pm$ 1,49 b	< 0,0001
Terceiro ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6,02 $\pm$ 0.11 a	6.14 $\pm$ 0.16a	8,92 $\pm$ 0.90 b	.....	< 0,0001
Pupa	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.17 $\pm$ 0.17 b	.....	0,0001
Larva-Adulto	34.00 $\pm$ 0.00 a	33.92 $\pm$ 0.44 a	34.14 $\pm$ 0.46a	37.77 $\pm$ 2.14 b	.....	< 0,0001
Razão sexual	0.56 $\pm$ 0.18 a	0.58 $\pm$ 0.30 a	0.56 $\pm$ 0.26 a	0.46 $\pm$ 0.30 a	.....	0,7824
Fecundidade	2970,50 $\pm$ 56,53 a	2620,50 $\pm$ 354,42 b	2552,55 $\pm$ 431,83 b	2140,45 $\pm$ 344,65 c	.....	< 0,0001
Fertilidade	2954,60 $\pm$ 52,19 a	2587,10 $\pm$ 357,00 b	2529,85 $\pm$ 432,06 b	2008,40 $\pm$ 326,18 c	.....	< 0,0001
Pré-oviposição	10,00 $\pm$ 0,00 a	10,05 $\pm$ 0,22 a	10,20 $\pm$ 0,41 a	11,95 $\pm$ 1,53 b	.....	< 0,0001
Viabilidade (%)						
Primeiro ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	88,00 $\pm$ 32,82 b	.....	0,0003
Segundo ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	.....	< 0,0001
Terceiro ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	.....	< 0,0002
Pupa	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	88,00 $\pm$ 32,82 b	.....	0,0003
Larva-Adulto	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	88,00 $\pm$ 32,82 b	.....	0,0003

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05)

¹ Ovos

² Ovos, ninfas e pupas

³ Ninfas e adultos

⁴ Ninfas e adultos

⁵ Ovos, ninfas e pupas

Mantoanelli e Albuquerque (2007) ao realizarem estudos em laboratório com *Leucochrysa* (*Leucochrysa*) *varia* (Schneider, 1851) alimentado com ovos de *A. kuehniella*, revelaram algumas características atípicas para crisopídeos de regiões tropicais, mostrando que seu ciclo de vida (ovo à emergência do adulto) foi relativamente longo, entre 48 (24°C) e 80 dias (18°C).

A duração das ecdises e da fase larval é influenciada diretamente por fatores climáticos, disponibilidade e qualidade dos alimentos, sendo que o alimento ingerido durante a fase larval pode afetar, posteriormente, o processo de reprodução (LIMA, 2004). Segundo Parra (1991), a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afetam a taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso, sobrevivência, bem como influenciam a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos. Segundo Stampi; Erskine; Paradise (1991), uma presa nutricionalmente inadequada pode promover um aumento no período de desenvolvimento, provocando maior mortalidade do predador. No entanto, quando uma presa é adequada nutricionalmente, ocasiona redução do tempo de desenvolvimento. Scriber; Slansky (1981) e Thompson (1999), também corroboram com a ideia de que uma dieta inadequada pode aumentar o tempo de desenvolvimento do inseto.

Para *A. magnificus* somente foi possível o completo desenvolvimento do primeiro e segundo ínstar (Tabela 2), permanecendo por aproximadamente 20 dias no último instar, sem conseguirem formar casulo. Isto deve ter ocorrido pelo fato dos crisopídeos necessitarem de substâncias ricas em proteínas e carboidratos em sua alimentação (MURATA et al., 1996), sendo que a eficiência da fase larval ocorre principalmente no terceiro instar, quando possuem maior voracidade (MURATA et al., 1997) e, consomem cerca de 80% do alimento (CANARD; PRINCIPI, 1984 e CAETANO et al., 1996). Além disso, neste estágio o inseto precisa acumular energia para fases seguintes (pré-pupa e pupa), em que o mesmo para de se alimentar, ocorrendo grandes transformações morfológicas devido à metamorfose (SCRIBER; SLANSKY, 1981; THOMPSON, 1999).

Com relação aos resultados de viabilidade larva-adulto, foi observada diferença apenas para *B. brassicae* (Tabela 2). Murata (2009) ao estudar o desenvolvimento de *C. externa* e *C. cubana*, que foram alimentadas com pulgões da couve, obteve resultados semelhantes, com uma viabilidade total de 85 e 80%, respectivamente.

De acordo com Kazana et al. (2007), as plantas da família Brassicaceae possuem em seu teor de glucosilato um efeito tóxico que possibilita aos insetos, ao se alimentarem de plantas desta família, acumular esta toxina em seu corpo, utilizando isto como defesa contra predadores. No entanto, alguns organismos conseguem se alimentar muito bem com este pulgão, como é o caso do crisopídeo *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae), que apresenta adaptação para esta presa (SOUZA et al., 2015) e de *Leucochrysa* sp. como evidenciado neste trabalho.

Para o crisopídeo *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado exclusivamente com pulgão *T. citricida*, Santa-Cecília et al. (1997) verificaram uma redução significativamente em sua viabilidade (0,5%), tornando-se inadequado como fonte de alimento para o desenvolvimento de predador. Enquanto que os resultados obtidos no presente trabalho apresentou uma viabilidade de 100% para *Leucochrysa* sp. quando submetidos a mesma espécie de pulgão.

Oliveira (2014) ao avaliar a capacidade de consumo de *C. cubana* quando alimentada com ninfas de *A. woglumi* afirmou que esse crisopídeo é promissor como agente de controle em programa de controle biológico, considerando as infestações com ninfas de 1º instar.

Ao utilizarem adultos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelichiidae) como alimento para larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) e *C. cubana*, Murata et al. (1996) verificaram que este tipo de substrato foi adequado ao desenvolvimento larval. E de mesma forma, Tulisalo et al. (1997) observaram que o referido alimento levou a uma viabilidade dos adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae), próxima a 90%. Caetano et al. (1996) ao realizar teste de consumo com *C. externa*, utilizando ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). (Lepidoptera: Crambidae), *A. kuehniella* e *S. cerealella* como alimento, observou que a duração média do período pupal foi de 11,27; 11,30 e 11,16 dias, sendo a viabilidade pupal de 75,86, 86,21 e 86,21% e a razão sexual de 0,64; 0,56 e 0,44, respectivamente.

Foi observado que o período de pré-oviposição, número e viabilidade de ovos foi maior quando alimentadas com *A. woglumi* e *T. citricida*, seguido de *B. brassicae* quando comparado a *A. kuehniella*, no entanto para esses tratamentos foi notório o bom desempenho nas diferentes fases do ciclo de vida refletindo na fertilidade das fêmeas.

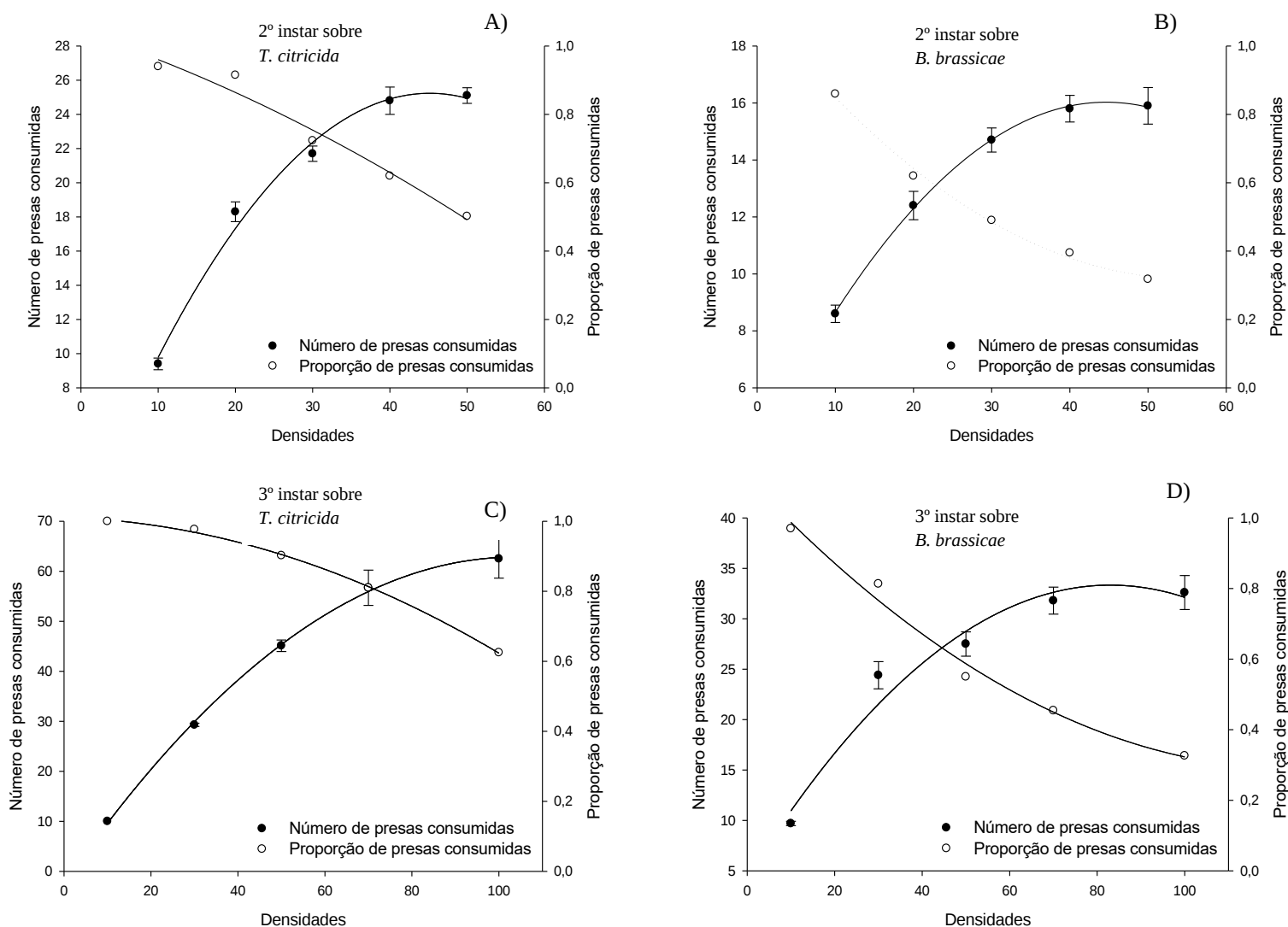
Neste presente estudo, o crisopídeo *Leucochrysa* sp. mostra-se promissor no controle de *A. woglumi*, *T. citricida* e *B. brassicae*, apresentando duração e viabilidade semelhante aos resultados obtidos quando a dieta foi o alimento alternativo ovos de *A. kuehniella*.

3.3.2 Resposta Funcional de *Leucochrysa* sp. sobre *Brevicoryne brassicae* e *Toxoptera citricida*

A análise de regressão logística polinomial realizada para investigar os padrões de resposta funcional de *Leucochrysa* sp. sobre adultos de *T. citricida* e *B. brassicae* revelou um padrão de resposta do tipo II, resposta dada por uma curva assintótica, com saturação dependente da densidade de presas.

Evidenciou-se para o segundo e terceiro ínstaes de *Leucochrysa* sp. uma resposta funcional do Tipo II, conforme sugerido por Holling (1959) (Figura 2), na qual o número de presas atacadas por um predador aumenta rapidamente devido a uma maior disponibilidade de presas, sofrendo redução gradativa até atingir certa estabilidade (platô).

Figura 2 - Resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstares de *Leucochrysa* sp. sobre diferentes densidades de adultos dos pulgões *Toxoptera citricida* e *Brevicoryne brassicae*. A) Segundo íntar de *Leucochrysa* sp. sobre *Toxoptera citricida*; B) Segundo íntar de *Leucochrysa* sp. sobre *Brevicoryne brassicae*; C) Terceiro íntar de *Leucochrysa* sp. sobre *Toxoptera citricida*; D) Terceiro íntar de *Leucochrysa* sp. sobre *Brevicoryne brassicae*.



Esse tipo de resposta foi mais evidente para o segundo e terceiro ínstares predando *B. brassicae* (Figura 2: B e D), em que foi observada uma tendência de estabilização no consumo, nas três densidades mais elevadas. A estabilização foi menos evidente no terceiro íntar sobre a presa *T. citricida* (Figura 2 C), apresentando uma tendência de aumento linear no consumo de presas.

De modo geral, observou-se uma tendência de aumento do consumo pelas larvas em função do aumento na densidade de presas e do seu estágio de desenvolvimento. Esses resultados assemelharam-se aos obtidos por Zheng et al. (1993) que, trabalhando com larvas do crisopídeo *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) alimentadas com ovos do lepidóptero *A. kuehniella* em densidades inferiores, intermediárias e superiores à sua capacidade de consumo, observaram que aquelas que receberam ovos em abundância, em cada ínstar, consumiram quase o dobro, em comparação àquelas às quais foi fornecida uma baixa densidade de presas. Segundo Garcia (1990), um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador ao aumento no consumo, uma vez que as oportunidades de encontro da presa serão maiores. No entanto, esse aumento é limitado pela própria saciação do predador, ou seja, o predador não é capaz de consumir um número adicional de presas após saciado, chegando a uma “estabilidade” e a partir desse momento.

Os resultados obtidos para o segundo e terceiro instares mostraram aumento expressivo no número de presas consumidas até a densidade quatro. A partir desta, observou-se uma tendência de estabilização, embora pequeno aumento tenha ocorrido na densidade cinco (Figura 2). Esses resultados mostraram que o predador é saciado na densidade quatro, ingerindo número adequado de presas necessárias a seu desenvolvimento normal. Nordlund & Morrison (1990), estudando a resposta funcional de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) a diferentes densidades do pulgão *Aphis gossypii* Glover, também observaram aumento contínuo no consumo de larvas de segundo e terceiro instares, em função da maior disponibilidade de presas. .

Para Hull et al. (1976) e Hassell et al. (1997), o aumento linear no consumo de presas não é coerente, pois nenhum predador apresenta apetite ilimitado, devendo haver uma determinada densidade de presa, a partir da qual sua capacidade de consumo não mais aumenta.

Maia (2003) obteve resposta do tipo II para larvas de *C. externa*, alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), porém, não foi caracteristicamente marcante. A resposta tipo II, determinada para as larvas de *C. externa* por Maia (2004), foi a mesma verificada por Fonseca et al. (2000) para esse mesmo crisopídeo alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), evidenciando a adaptação desse predador a diferentes espécies de presas.

Utilizando o pulgão *Aphis gossypii* Glover como presa, Kabissa et al. (1996) estudaram a resposta funcional dos crisopídeos *Mallada desjardinsi* (Navás, 1911) e *Chrysoperla congrua* (Walker, 1853), obtendo para ambos os predadores resposta funcional do tipo II, que é comumente constatada entre os insetos predadores (Holling 1961, Morris 1963).

No que diz respeito à estimativa dos parâmetros inerentes do modelo de resposta funcional do tipo II, a taxa de predação das larvas de terceiro ínstar do predador *Leucochrysa* sp. foi maior sobre *T. citricida* que sobre *B. brassicae*, bem como para larvas de segundo ínstar sobre as mesmas presas (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstar de *Leucochrysa* sp. alimentadas com *Toxoptera citricida*.

Tratamentos	Equação de Holling	Coeficientes da regressão logística			RF ⁴
		I ¹ (P)	L ² (P)	Q ³ (P)	
L2	$y = \frac{\exp(4,53 - 0,15x + 0,0012x^2)}{1 + \exp(4,53 - 0,15x + 0,0012x^2)}$	4,53 (<,0001)	0,15 (<,0001)	0,0012 (<,0208)	II
L3	$y = \frac{\exp(6,06 - 0,92x + 0,000x^2)}{1 + \exp(6,06 - 0,92x + 0,000x^2)}$	6,06 (<,0001)	0,92 (<,0001)	0,000 (<,0063)	II

¹ Intercepto

² Coeficiente linear

³ Coeficiente quadrático

⁴ Resposta funcional

Tabela 4 - Equação de disco de Holling e tipo de resposta funcional de larvas de segundo e terceiro ínstar de *Leucochrysa* sp. alimentadas com *Brevicoryne brassicae*.

Tratamentos	Equação de Holling	Coeficientes da regressão logística				RF ⁵
		I ¹ (P)	L ² (P)	Q ³ (P)	C ⁴ (P)	
L2	$y = \frac{\exp(2,68 - 0,12x + 0,0011x^2)}{1 + \exp(2,68 - 0,12x + 0,0011x^2)}$	2,68 (<,0001)	0,12 (<,0001)	0,0011 (<,0040)		II
L3	$y = \frac{\exp(5,70 - 0,21x + 0,002x^2 - 0,0000x^3)}{1 + \exp(5,70 - 0,21x + 0,002x^2 - 0,0000x^3)}$	5,70 (<,0001)	0,21 (<,0001)	0,001 (<,0021)		II

¹ Intercepto

² Coeficiente linear

³ Coeficiente quadrático

⁴ Coeficiente cúbico

⁵ Resposta funcional

Quanto à taxa de ataque do predador no terceiro ínstar foi maior tanto no experimento com *T. citricida* quanto com *B. brassicae*, de igual modo ocorreu para larvas de segundo ínstar (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas de segundo e terceiro ínstar de *Leucochrysa* sp. alimentadas com *Toxoptera citricida*.

Tratamentos	Taxa de ataque Taxa de ataque (a' , h ⁻¹) (IC 95%)	Tempo de manipulação (Th, h) (IC 95%)
L2	0,18 (0,0610 – 0,311)	0,15 (0,0138-0,0168)
L3	0,37 (0,2485-0,4961)	0,03 (0,0370-0,0402)

Tabela 6 - Tempo de manipulação e taxa de ataque de larvas de segundo e terceiro ínstar de *Leucochrysa* sp. alimentadas com *Brevicoryne brassicae*.

Tratamentos	Taxa de ataque Taxa de ataque (a' , h ⁻¹) (IC 95%)	Tempo de manipulação (Th, h) (IC 95%)
L2	0,03 (0,1949 – 0,4232)	0,06 (0,00594-0,0651)
L3	0,24 (0,1035 – 0,3780)	0,03 (0,0293-0,0331)

O maior tempo de ataque por larvas de terceiro ínstar pode ser atribuído ao fato de que nesse estágio de desenvolvimento, apresentam busca mais ativa por pulgões, levando menos tempo para se alimentar de uma presa individualmente.

O tempo de manipulação diminuiu progressivamente com o desenvolvimento da larva, porém não foi observada diferença significativa para larvas de terceiro ínstar nas diferentes presas, enquanto que houve diferença para o segundo ínstar (Tabelas 5 e 6).

Segundo Holling (1959), o tempo de manuseio é uma característica geral do comportamento predatório e tem importante efeito sobre a resposta funcional, sendo uma ótima referência sobre a efetividade e taxa de consumo de um predador, pois reflete o tempo gasto na busca, morte, consumo e digestão da presa.

O estudo sobre os aspectos básicos envolvidos na interação predador-presa, tais como a resposta funcional, o tempo de ataque e de manipulação é de fundamental importância, pois o conhecimento de tais fatores pode determinar a contribuição de um predador para a dinâmica populacional de uma espécie-praga e identificar a densidade, a partir da qual, a praga escaparia ao controle do predador.

3.4 CONCLUSÕES

Leucochrysa sp. tem bom desempenho em seu ciclo quando alimentada com ovos, ninfas e pupas de *Aleurocanthus woglumi*, ninfas e adultos do pulgão *Toxoptera citricida* e *Brevicoryne brassicae*, mostrando ser um inimigo natural promissor no controle biológico dessas pragas.

Aleurodichus magnificus não é nutricionalmente adequado para larvas do crisopídeo *Leucochrysa* sp.

O consumo médio de presas por larvas de segundo e terceiro ínstaes de *Leucochrysa* sp. nas diferentes densidades de adultos de *T. citricida* e *B. brassicae*, apresentou uma tendência de estabilização nas densidades mais altas, originando uma curva de resposta funcional tipo II.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.S. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: Panizzi, A.R., Parra, J.R.P. (eds.) Bioecologia e nutrição de insetos - base para o manejo integrado de pragas. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 973-1026, 2009.
- BATTEL, Ana Paula Magalhães Borges. **Dinâmica de predação e resposta funcional em *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Toxoptera citricida* (Hemiptera: Aphididae) aplicada à citricultura orgânica** - Piracicaba, 2011. 84 p.: il. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.
- CAETANO, A. C.; et al. Estudo da capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de laboratório. In SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. **Resumos...**Foz do Iguaçu: 1996. p. 22.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In CANARD, M.; SÈMÈRIA, Y.; NEW, T. R. (Eds.) **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 57-75.
- 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**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2009. v. 1, cap. 3, p. 77-115.
- DE OLIVEIRA, R.; BARBOSA, V. B.; VIEIRA, D. L.; DE OLIVEIRA, F. Q.; BATISTA, J. L.; BRITO, C.H. Desenvolvimento e reprodução de *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 17-24, jan./fev. 2016.
- FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 66 p.
- HASSEL, M.P.; LAWTON, J. H.; BEDDINGTON, J. R.. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 46, p. 249-262, 1997.
- HOLLING, C.S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, p. 385-398, 1959.
- HOUCK, M.A.; STRAUSS, R.E. The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 117, p. 617-629, 1985.
- HULL, L.A., D. ASQUITH & P.D. MOMERY. The functional responses of *Stethorus punctum* to densities of the European red mite. **Environmental Entomology**, London, v. 6, p. 85-90., 1976.

JULIANO S.A.; WILLIAMS, F.M. Functional responses revisited. **Environmental Entomology**, London, v. 25, p. 549-550, 1996.

KABISSA, J.C.B., J.G. YARRO, H.Y., KAYUMBO & S.A. JULIANO. Functional responses of two chrysopid feeding on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). **Entomophaga**, Nova York, v. 4, p. 141-151, 1996.

KANZANA, E.; POPE, T. W.; TIBBLES, L.; BRIDGES, M.; PICKETT, J.A.; BONES, A.M.; POWELL, G.; ROSSITER, J.T. The cabbage aphid: A walking mustard oil bomb. **Proceeding of the Royal Society B Biological Sciences**, Great Britain, v. 274, p. 2271-2277. 2007.

LIMA, A. K. V. de O. **Biologia e capacidade de predação de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em Areia**. 2004. 19p. Monografia (Para grau de Engenheiro Agrônomo). Centro de ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba campus II, Areia, PB.

LIVDAHL, T.P. Evolution of handling time: the functional response of a predator to the density of sympatric and allopatric strains of prey. **Evolution**, Washington, v. 33, p. 765-768, 1979.

LIVDAHL, T.P.; STIVEN, A.E. Statistical difficulties in the analysis of predator functional response data. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 115, p. 1365-1370, 1983.

MAIA, W. J. M. e S; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T. J. A. F. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, nov./dez. 2004.

MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, 2000.

MANTOANELLI, E; ALBUQUERQUE, G.S. Desenvolvimento e comportamento larval de *Leucochrysa* (Leucochrysa) varia (Shneider) (Neuroptera, Chrysopidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 302-311, 2007.

MONTOANELLI, E.; TAUBER, C. A.; ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, M. J. Larvae of Four *Leucochrysa* (Nodita) Species (Neuroptera: Chrysopidae: Leucochrysini) from Brazil's Atlantic Coast. **Annals of the Entomological Society of America**, United States, v. 104, n. 6, p. 1233-1259, 2011.

MCEWEN, P. K., NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. **Lacewings in the crop environment**. Cambridge University Press; Cambridge: p. 1-568, 2007.

MORRIS, R.F. 1963. The effect of predator age and prey defense on the functional response of *Podisus maculiventris* Say to density of *Hyphantria cunea* Drury. **Canadian Entomologist**, Canadian, v. 95, p. 1009-1018.

MURATA, A. T.; BORTOLI, S. de; FREITAS, S. Testes de predação com larvas de *Chrysopa paraguayana* Navás, 1929 (Neuroptera:Chrysopidae), com diferentes pragas de citros. In: CONGRSSO DE ENTOMOLOGIA, 16. 1997. Salvador-BA. **Resumos...**

MURATA, A. T.; et al. Utilization of *Sitotroga cerealella* adults (Lepidoptera: Gelechiidae) For chrysopid larvae rearing. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. **Resumos...**Foz do Iguaçu: 1996. p. 42.

MURATA, A.T.; DE BORTOLI, S.A. Estudo da capacidade de consumo do pulgão da couve por *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Lavras, v.4, n.2, p.3034-3038, 2009.

NORDLUND, D.A.; M.J. MORRISON. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Spain, v. 57, p. 237-242, 1990.

OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R; 3, COSTA, W. J. D. ; BATISTA, J. L.;BRITO, C. R. Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*, *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177 – 182, 2014.

PARRA, J. R. P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p.9-57.

SANTA-CECILIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Influência de diferentes dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, Piracicaba, v. 26, n. 2, p. 309-314, 1997.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. Version 8 Edition. Cary, 2001.

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

SMITH, R. L. The biology of the Chrysopidae. Cornell University. Agricultural Experiment Station Annual Report, Nova York, v. 58, p. 1287-1372, 1922.

SJOBERG, S. Zooplankton feeding and theory. **Ecological Modeling**, Copenhagen, v. 10, p. 215-225, 1980

SOLOMON, M.E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 18, p. 1-35, 1949

SOUZA BEZERRA, C. E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SOMBRA, K. D. S.; ARAUJO, E. L. CRISOPÍDEOS (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE): ASPECTOS BIOLÓGICOS, POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n. 3, p. 01-05, 2009.

- SOUZA; J. C.; GALVÃO, J. R.; MAIA, W. J. M. S; ALVES FILHO, P.P. C.; BARBOSA, A.V.C. Resposta funcional e capacidade predatória da fase larval de *Ceraeochrysa caligata* alimentada com *Brevicoryne brassicae*. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n. 3, p 61 - 65, 2015.
- STAMP, N. E.; ERSKINE, T.; PARADISE, C. J. Effects of rutin-fed caterpillars on na invertebrate predator. **Oecologia**, Oxford, v. 88, p. 289–295, 1991.
- TAUBER, C.A., TAUBER, M.J., ALBUQUERQUE, G.S. (2009) Neuroptera (Lacewings, Antlions). In: Resh, V.H., Cardé, R.T. (editors) **Encyclopedia of insects**. San Diego: Academic Press, p. 785-798, 2009.
- TAUBER, C. A., ALBUQUERQUE, G. S., TAUBER, M. J. Nomenclatorial changes and redescrptions of three of Navás' *Leucochrysa* (Nodita) species (Neuroptera: Chrysopidae). **ZooKeys**, Bulgaria, v. 92, p. 9–33, 2011.
- THOMPSON, S.N., Nutrition and culture of entomophagus insects. **Annual Review of Entomology**, Califórnia, v. 44, p. 561-592, 1999.
- TREXLER, J.C., MCCULLOCH, C.E.; TRAVIS, J. How con functional response best be determined. **Oecologia**, Heidelberg, v. 76, p. 206-214, 1988.
- TULISALO, U.; TUOVINEN, T.; KURPPA, S. Adult angoumois grain moths *Sitotroga cerealella* oliv. As a food source for larvae of grenn lacewing *Chrysopa carnea* Steph. **Annales Agriculturae Fenniae**, Tikkurila, v 16, p. 167-171, 1997.
- WINTERTON, S. L., HARDY, N. B.; WIEGMANN, B. M. On wings of lace: phylogeny and Bayesian divergence time estimates of Neuropterida (Insecta) based on morphological and molecular data. **Systematic Entomology**, Oxford, v.35, n.3, p.349–378, 2010.

4 SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS A *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

RESUMO

A preservação e manutenção de inimigos naturais nos agroecossistemas são imprescindíveis para o estabelecimento do controle biológico natural, evitando-se efeitos indesejáveis como seleção de populações de insetos-praga resistentes aos agrotóxicos, aparecimento de pragas secundárias e ressurgência de pragas. Sabe-se que dentro da filosofia do Manejo Integrado de Pragas, o uso de agrotóxicos somente deve ser feito quando eles apresentarem algum tipo de seletividade. Desta forma, a compatibilização do uso do óleo de nim e de crisopídeos no manejo de pragas surge como uma estratégia viável no contexto de agricultura sustentável, necessitando, porém, do desenvolvimento de pesquisas para estudar tal associação. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de produtos à base de nim, além de um produto químico sobre *Leucochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e 12h de fotofase). Ao serem pulverizados em placa de Petri, os ovos, larvas de segundo ou terceiro ínstaes foram transferidos individualmente para caixas retangulares de 220 mL contendo folha de oitizeiro (*Licania tomentosa*) (Benth.) Fritsch (Chysobalanaceae) para confecção do lixo pelas larvas, onde permaneceram até a emergência dos adultos. As avaliações foram feitas com auxílio um pincel de cerdas finas (nº 0) sob microscópio estereoscópico de 40X. As larvas foram alimentadas a cada dois dias com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Avaliou-se a duração e viabilidade dos ínstaes larvais da fase de pupa. Os casais formados a partir de ovos que receberam tratamento foram acondicionados em gaiolas de PVC revestida internamente com papel sulfite para a postura das fêmeas. Os adultos foram alimentados com dieta a base de levedo de cerveja e mel (1:1). A avaliação de fecundidade e fertilidade das fêmeas foi realizada durante 120 dias consecutivos, contando-se os ovos, os quais foram individualizados em placa de ELISA para observação de suas viabilidades. Os bioensaios foram mantidos em sala climatizada regulada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e 12h de fotofase. Azamax®; Nim-I-Go® e Emulzinim® foram classificados como inócuos; Extrato etanólico de nim e NeenMax® como levemente nocivos e deltametrina como nocivo, quando estes foram pulverizados sobre ovos do predador. Enquanto que Azamax®, Nim-I-Go®, Emulzinim® e Extrato etanólico de folhas de nim foram classificados como inócuos quando aplicados em larvas de segundo e terceiro ínstaes. Deltametrina foi considerado nocivo à larvas de segundo ínstar e moderadamente nocivo a larvas de terceiro ínstar.

Palavras-chave: Inseticida natural. Predador. Mortalidade. Nim.

SELECTIVITY OF PHYTOSANITARY PRODUCTS ON *Leucochrysa* sp. (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

ABSTRACT

The preservation and maintenance of natural enemies in the agroecosystems are essential for the establishment of natural biological control, avoiding undesirable effects such as the selection of resistant insect populations to pesticides, appearance of secondary pests and resurgence of pests. It is known that within the philosophy of Integrated Pest Management, the use of agrochemicals should only be performed when they present some type of selectivity. In this way, the compatibility of the use of neem oil and green lacewings appears as a feasible strategy in the context of sustainable agriculture, but it requires the development of researches to study such association. Thus, the aim of the present study was to evaluate the effects of Neem based products, and a synthetic product upon *Leucochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions (25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ R.H. and 12h photophase). Eggs and second or third instar larvae were sprayed in Petri dishes and individually transferred to rectangular boxes of 220 mL with a leaf of Oitizeiro (*Licaniatomentosa*) (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae), for garbage production by larvae, until adult emergence. The evaluations were performed with the aid of a brush of fine bristles (n° 0) under stereoscopic microscope of 40X. The larvae were fed every two days with eggs of *Anagastakuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). The duration and viability of larval instar and pupal stage were evaluated. The formed couples, from treated eggs, were kept in PVC cages internally coated with sulphite paper for oviposition. Adults were fed a diet based on beer yeast and honey (1: 1). The fecundity and fertility evaluation of the females was performed during 120 consecutive days, counting the eggs, which were individualized in ELISA plates to viability evaluation. The bioassays were kept in a climatized room at 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ R.H. and 12h photophase. Azamax®; Nim-I-Go® and Emulzinim® were classified as harmless; Ethanolic extract of neem and NeenMax® as slightly harmful and deltamethrin as harmful when sprayed upon eggs of the predator. Azamax®, Nim-I-Go®, Emulzinim® and the ethanolic extract of neem were classified as harmless when applied to second and third instar larvae. Deltamethrin was considered harmful to second instar larvae and moderately harmful to third instar larvae.

Key words: Natural insecticide. Predator. Mortality. Neem.

4.1 INTRODUÇÃO

Nos programas de manejos integrados de pragas agrícolas, o principal objetivo é maximizar os efeitos de inseticidas sobre as pragas, com o mínimo impacto nos inimigos naturais. Neste sentido, o grande avanço verificado no desenvolvimento de inseticidas biorracionais ampliou os limites para a exploração da seletividade fisiológica, aumentando as possibilidades de sobrevivência de predadores e parasitoides em agroecossistemas (FOERSTER, 2002; SANTOS; BUENO; BUENO, 2006).

Diversos trabalhos referentes ao controle de pragas com extratos botânicos destacam que o uso dessas substâncias deve ser compatível com outras táticas de manejo, principalmente com o controle biológico (PARRA et al., 2002).

Por serem predadores polífagos encontrados em muitas culturas de interesse econômico, os crisopídeos exercem importante papel no controle biológico, reduzindo a densidade populacional de diversos artrópodes-praga. A preservação dos crisopídeos nos ecossistemas agrícolas deve ser considerada ao se estabelecer um programa de manejo de pragas. Isso dependerá da compatibilidade com outros métodos de controle, especialmente aqueles relacionados ao uso de inseticidas, por isso a necessidade de buscar e utilizar produtos seletivos a esta população de inimigo natural (CARVALHO et al., 2003; SILVA et al., 2005; BARROS et al., 2006; MOURA et al., 2009; PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011).

Uma alternativa à substituição do uso de agrotóxicos no controle de insetos e ácaros-praga seria através da utilização de derivados de plantas com bioatividade contra artrópodes (VIEGAS Jr, 2003). Inseticidas botânicos podem servir como uma alternativa para os inseticidas sintéticos, pois eles são relativamente seguros, rapidamente degradados e bem aceitos em muitas áreas do mundo (ALMEHMADI, 2011).

Pesquisas vêm apontando a ação direta e indireta do nim e de seus compostos sobre espécies de insetos não alvo como os crisopídeos e a outras espécies de inimigos naturais, refutando a ideia de que compostos naturais sejam mais seguros que os sintéticos (QI; GORDON; GIMME, 2001; AHMAD; OJIEWATSCH; BASEDOW, 2003; AGGARWAL; BRAR, 2006; VENZON et al., 2007; CORDEIRO et al., 2010).

Nos últimos anos, a integração de forma harmoniosa dos vários métodos de controle das pragas, vem se consolidando como uma das mais importantes ferramentas para a garantia de boas produtividades. Dessa forma, tornam-se necessários estudos de seletividade de agroquímicos aos inimigos naturais, principalmente a uma maior e melhor divulgação desses resultados, visando à implementação efetiva do MIP. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade de alguns produtos à base de nim sobre o predador *Leucochrysa* sp.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola do Centro de Ciência Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Os bioensaios foram realizados em sala climatizada com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

A preparação do extrato foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN), pertencente ao Instituto de Química e Biotecnologia (IQB) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

4.2.1 Criação de *Leucochrysa* sp.

Os crisopídeos do gênero *Leucochrysa* foram provenientes da criação mantida pela Biofábrica CRISOBIOL/LABEN, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (Sede) - IPA, Recife-PE. A sua multiplicação foi realizada no Laboratório de Entomologia Agrícola do CECA, seguindo-se o protocolo da biofábrica.

A espécie encontra-se em processo de identificação pelo taxonomista/Prof. Dr. Francisco José Sosa Duque – Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, UCLA, Venezuela.

Para a formação dos casais, os insetos foram sexados através da observação da genitália, em que a fêmea apresenta uma pequena abertura no final do abdome (TAUBER; ALBUQUERQUE; TAUBER, 2011) e acondicionados em gaiolas de cloreto de polivinila (PVC) de 30 cm de altura por 20 cm de diâmetro, revestidas internamente por papel sulfite. A extremidade superior das gaiolas foram fechada com filme de PVC, e a extremidade inferior apoiada em uma placa de polietileno, medindo 4

cm de altura e 25 cm de diâmetro também forrado com papel sulfite. A dieta oferecida aos adultos foi à base de levedo de cerveja e mel na proporção de 1:1, pincelada em um pedaço de papel sulfite disposto sobre a parte inferior da gaiola, bem como um recipiente com água destilada contendo um chumaço de algodão. As trocas de dieta e água ocorreram três vezes por semana.

Após a oviposição, os ovos provenientes desses adultos eram raspados com o auxílio de espátulas de metal e confinados em caixas plásticas retangulares de 4 litros de capacidade, cuja tampa era vedada com tecido de algodão (morim) de forma a permitir a aeração, mantidas em sala climatizada (temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) para a eclosão e desenvolvimento das larvas. Folhas de oitizeiro (*Licania tomentosa*) (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae) coletadas no campus Delza Gitaí do CECA-UFAL foram fornecidas para construção do lixo. As larvas foram alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) até a pupação. Os ovos de *A. kuehniella* utilizados como presa para os crisopídeos foram adquiridos em insetário comercial na Empresa Promip, Manejo Integrado de Pragas eram acondicionado em freezer a uma temperatura média de -3°C até a sua utilização.

4.2.2 Produtos utilizados nos bioensaios e a avaliação dos impactos

Para a realização dos bioensaios foram selecionados quatro inseticidas comerciais a base de nim, sendo utilizadas as doses máximas recomendadas pelos respectivos fabricantes; o extrato etanólico de folhas de nim foi utilizado a 1%, além do grupo controle que foi representado por água destilada isento de quaisquer tratamentos e um inseticida químico, Decis 25 CE[®] (Tabela 7).

Tabela 7. Nomes técnicos, comerciais, doses e grupos químicos dos produtos fitossanitários avaliados.

Nomes		Grupo químico	Doses (%) ou g i.a./L H ₂ O	Composição Teor de Azadiractina (PPM)
Comercial	Técnico			
Azamax [®] CE			0,5	1.200
Nim-I-Go [®] CE			5	2.000
Emulzinim [®] CE	Azadiractina	Tetranortriterpenóide	2	2.389
NeenMax [®] EW			1	1.200
Extrato etanólico			1	-
Decis [®] CE	Deltametrina	Piretróide	25 g i.a./L água	-

A seletividade dos produtos foi comparada pelo índice de toxicidade, atribuído com base na escala proposta pela IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) (HASSAN; DEGRANDE, 1996), em que a classificação é feita através do efeito total (E) de cada produto, que leva em consideração a porcentagem de mortalidade e/ou influência na reprodução do crisopídeo, sendo: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% E < 79\%$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% E < 99\%$) e classe 4 = nocivo ($E > 99\%$) (Tabela 8).

Tabela 8. Classificação dos inseticidas fitossanitários para ovos e larvas de *Leucochrysa* sp. (%).

Classe	Grau de toxicidade	E (%)
1	Inócuo	< 30
2	Levemente tóxico	30 a 79
3	Moderadamente	80 a 99
4	Tóxico	>99

*Classes de toxicidade segundo Hassan e Degrande (1996)

O volume de aplicação utilizado foi de aproximadamente 0,006 ml de calda/cm², determinado após a calibração do equipamento de pulverização (atomizador manual) seguindo metodologias preconizadas por membros da International Organization for Biological Control (IOBC)/West Palearctic Regional Section (WPRS) (HASSAN et al., 1994).

4.2.3 Obtenção do extrato etanólico de folhas de nim

O material vegetal para obtenção dos extratos foi proveniente do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizado em Recife, PE. As identificações das plantas foram feitas a partir de exsicatas enviadas ao herbário Dárdaro de Andrade Lima (Anexo1) na mesma instituição. Após a coleta, 10 Kg de folhas foram secas em estufa com ventilação de ar forçada por 72 horas a 50° C, em seguida trituradas em moinho para obtenção do pó. Após a trituração, o material acondicionado em percolador com etanol 99%, na proporção de 1 parte de material triturado para 3 partes do solvente durante 72 horas, posteriormente filtrado e seguido da evaporação do solvente em

evaporador rotativo a vácuo (50 °C, à pressão reduzida). Esse procedimento foi repetido por quatro vezes para melhor extração dos compostos das folhas. O resíduo concentrado obtido na extração foi colocado em frascos de vidro âmbar previamente etiquetados e acondicionados em capela para a evaporação máxima do solvente.

Dessa forma, obtendo-se o extrato bruto, sem solvente e água. Na etapa seguinte, o extrato bruto foi pesado com o frasco para o ajuste do volume extraído. Esses frascos foram acondicionados em geladeira, a ± 5 °C, para evitar a ocorrência de micro-organismos e melhor conservação do material.

4.2.4 Efeito dos inseticidas sobre ovos de *Leucochrysa* sp. e sobre a duração dos ínstaes subsequentes de *Leucochrysa* sp.

Para a realização dos bioensaios utilizaram-se 35 ovos com até 24 horas de idade para cada tratamento. Para a obtenção dos ovos com idade específica, as folhas de papel sulfite contendo ovos de *Leucochrysa* sp. foram retiradas e trocadas diariamente das gaiolas. Os ovos foram coletados com a ajuda de espátula de metal, mantendo os pedicelos intactos e colocados em placa de Petri para posterior contagem e seleção. Em seguida, foram transferidos cuidadosamente com auxílio de um pincel de cerdas finas (nº 0) para outra placa de Petri de 15,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura onde foram atomizados e individualizados da mesma forma em caixas plásticas retangulares de 220 mL de capacidade, fechada com tampa vedada com tecido tipo “voil”. As avaliações foram realizadas diariamente quantificando-se o número de larvas eclodidas.

As avaliações foram feitas com auxílio de um pincel de cerdas finas (nº 0) sob microscópio estereoscópico de 40X. As larvas sobreviventes, oriundas dos ovos tratados, foram mantidas nos mesmos recipientes dos ovos para determinação da duração e viabilidade das fases imaturas e pupa. As larvas foram alimentadas a cada dois dias, com ovos de *A. kuehniella*. As pupas provenientes dessas larvas foram mantidas nesses mesmos recipientes até a obtenção dos adultos.

Após a emergência os adultos foram sexados, observando-se os últimos segmentos abdominais cuja fêmea apresenta uma pequena abertura. Foram formados 15 casais para cada tratamento e acondicionados em gaiolas de PVC com 12 cm de altura X 10 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel sulfite branco como substrato para oviposição. Os adultos foram alimentados com levedo de cerveja e mel (1:1), da mesma maneira que os insetos da criação.

Foi estabelecido um período de 120 dias para avaliar a fecundidade e fertilidade das fêmeas. Diariamente, os ovos eram contabilizados e individualizados em compartimentos de placas de teste ELISA. As placas foram revestidas com filme de PVC transparente e mantidas em câmara climatizada regulada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e 12h de fotofase até a eclosão das larvas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com os sete tratamentos citados anteriormente e sete repetições, sendo a parcela constituída por cinco ovos.

4.2.5 Efeito dos inseticidas sobre larvas de *Leucochrysa* sp.

Para a realização dos bioensaios foram utilizadas posturas provenientes da criação em laboratório, as quais foram coletadas e confinadas em caixas plásticas retangulares de 4L vedadas com tampa revestida com tecido de algodão (morim). Seguiu-se a metodologia de criação até atingirem a fase específica para realização das aplicações. As larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* adquiridos em insetário comercial.

Larvas de segundo e terceiro ínstaes com 24 horas de idade foram transferidas para placa de Petri de 15,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, onde foram pulverizadas com atomizador manual tipo jato regulada, cuja deposição de calda foi de 2 mg/cm^2 e, então transferidas individualmente para caixas retangulares de 220 mL fechadas com tampa vedada com tecido do tipo “voil”. As avaliações foram realizadas diariamente sob microscópio estereoscópico de 40 X até a emergência dos adultos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os sete tratamentos citados anteriormente e dez repetições, sendo a parcela constituída de cinco larvas de segundo ou terceiro ínstaes. O tratamento testemunha foi constituído somente por água destilada. Avaliaram-se a duração larval e pupal, além da razão sexual.

4.2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas por meio teste de Tukey ($p=0,05$) utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

Além desses testes, a seletividade dos produtos foi comparada pelo índice de toxicidade, atribuído com base na escala proposta pela IOBC (Hassan & Degrande, 1996).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Efeito dos inseticidas sobre os ovos e o desenvolvimento de *Leucochrysa* sp.

Em relação aos ovos de *Leucochrysa* sp. tratados com os produtos Azamax®, Nim-I-Go® e Emulzinim® nas concentrações utilizadas, o período para a eclosão das larvas foi de aproximadamente sete dias, com médias de viabilidade que variaram de 85,71 a 100% sem comprometer a duração das fases subsequentes, o que indica que esses produtos foram inofensivos a esta fase de desenvolvimento (Tabela 9).

A ausência de toxicidade destes inseticidas foi confirmada avaliando-se outros efeitos em longo prazo sobre o crisopídeo, mostrando que não interferem no desenvolvimento, na sobrevivência e na reprodução de *Leucochrysa* sp. quando aplicados no estágio de ovo.

Esses resultados são semelhantes a outros estudos onde se observou que azadiractina não afetou o desenvolvimento do embrião de crisopídeos como *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae), *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861), *Chrysoperla Externa* (Hagen, 1831) ou *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (SCHUSTER; STANSLY, 2000; MEDINA et al. 2001; CARVALHO et al. 2002).

Baseando-se no número de larvas eclodidas provenientes dos ovos tratados com Emulzinim® considera-se este inseticida como inofensivo. Contudo, esse produto pode ter efeitos subletais como observado neste estudo em que ocorreu um ligeiro aumento na duração do terceiro ínstar, devido o prolongamento do período de pré-oviposição, além da diminuição da fecundidade das fêmeas provenientes desses ovos tratados, quando comparado com aqueles que não receberam tratamento (Tabela 9).

Na investigação deste trabalho, demonstrou-se que é importante enfatizar não apenas o efeito agudo, mas também os subletais quando se determina o efeito total dos produtos em inimigos naturais. Os efeitos subletais podem afetar a ecologia de predadores e serviços de controle biológico, como por exemplo, sua capacidade de voo pode ser comprometida (KHUHRO et al., 2014), também a voracidade das larvas eclodidas, podem impactar a resposta funcional (FLORES et al. 2013).

O extrato etanólico de folhas de nim provocou uma redução de quase 50% na viabilidade dos ovos, no entanto não afetou os demais aspectos biológicos do predador

(Tabela 9). Este efeito pode ser atribuído à forma de obtenção do extrato de folhas de nim, cujo teor de azaditactina foi elevado inibindo o desenvolvimento embrionário.

A utilização de NeenMax® apresentou uma significativa redução na viabilidade dos ovos e nas fases subsequentes do ciclo, alongando a duração ovo-adulto e inibindo a capacidade de oviposição das fêmeas, possibilitando a formação de apenas três casais (Tabela 9). O efeito imediato sobre os ovos ocorreu provavelmente devido a formulação oleosa do produto, enquanto que as larvas recém-eclodidas podem ter sido expostas aos resíduos que ainda estavam ativos no córion no momento da eclosão.

A viabilidade dos ovos foi afetada pela deltametrina provocando sua total inviabilidade, impossibilitando a eclosão das larvas (Tabela 9). Isto pode estar relacionado ao fato de esse composto apresentar alta ação residual.

De acordo com a escala de toxicidade da IOBC, Azamax®, Nim-I-Go® e Emulzinim® foram enquadrados na classe 1, sendo considerados inócuos aos ovos desse predador, enquanto que extrato etanólico de folhas de nim e NeenMax® na classe 2 = levemente nocivo e Deltrametrina classe 4 = nocivo

Tabela 9 – Duração média (dias) e viabilidade (%) de ovos, fases imaturas, pupas, fecundidade e fertilidade de *Leucochrysa* sp. ($\pm$ EP) após tratamento com produtos fitossanitários em ovos com 24 horas de idade. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Variáveis do ciclo biológico de <i>Leucochrysa</i> sp.	Duração média (dias) para as características biológicas de <i>Leucochrysa</i> sp. tratado							Estatística
	Testemunha	Azamax®	Nim-I-Go®	Emulzinim®	Extrato Etanólico Folha de Nim	NeenMax®	Decis®	P
Ovo	7.00 $\pm$ 0.00 a	7.00 $\pm$ 0.00 a	7.02 $\pm$ 0.07 a	7.02 $\pm$ 0.07 a	7.00 $\pm$ 0.00 a	7,55 $\pm$ 0,50 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	< 0,0001
Primeiro ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.02 $\pm$ 0.07 a	6.09 $\pm$ 0.11 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	16,86 $\pm$ 24,39 b	-----	0,2433
Segundo ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.05 $\pm$ 0.09 a	6.05 $\pm$ 0.10 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.75 $\pm$ 0.27 b	-----	< 0,0001
Terceiro ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.20 $\pm$ 0.00 a	6.05 $\pm$ 0.09 a	6.67 $\pm$ 0.27 b	6.07 $\pm$ 0.18 a	7,61 $\pm$ 0.37 c	-----	< 0,0001
Pupa	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.02 $\pm$ 0.07 a	16.12 $\pm$ 0.18 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.55 $\pm$ 0.50 b	-----	< 0,0001
Ovo-Adulto	41.00 $\pm$ 0.00 a	41.05 $\pm$ 0.34 a	41,20 $\pm$ 0.41 a	41,60 $\pm$ 2,71 ab	41,05 $\pm$ 0.22 a	42,61 $\pm$ 1,12 b	-----	0,0012
Razão sexual	0.51 $\pm$ 0.00 a	0.50 $\pm$ 22,36 a	0.49 $\pm$ 9,51 a	0.47 $\pm$ 25,79 a	0.52 $\pm$ 22,42 a	0.55 $\pm$ 50,18 a	-----	0,9919
Pré-oviposição	10,00 $\pm$ 0.00 a	10.00 $\pm$ 0.25 a	10,13 $\pm$ 0.35 a	10,53 $\pm$ 0.74 b	10.00 $\pm$ 0.00 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	-----	0,0013
Fecundidade	2964,06 $\pm$ 60,91 a	2909,53 $\pm$ 391,87a	2860,86 $\pm$ 201,55 a	2512,26 $\pm$ 51,66 b	2935,40 $\pm$ 429,19 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	-----	0,0001
Fertilidade	2954,46 $\pm$ 61,55 a	2879,06 $\pm$ 381,89a	2833,46 $\pm$ 197,91 a	2409,13 $\pm$ 48,25 b	2923,40 $\pm$ 432,20 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	-----	< 0,0001
Viabilidade (%)								
Ovo	100,00 $\pm$ 0,00 a	97,14 $\pm$ 16,90 a	97,14 $\pm$ 16,90 a	85,71 $\pm$ 35,50 a	54,28 $\pm$ 50,54 b	25,02 $\pm$ 45,57 c	0,00 $\pm$ 0,00 d	< 0,0001
Primeiro ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	85,71 $\pm$ 37,79 a	-----	< 0,0001
Segundo ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	85,71 $\pm$ 37,79 a	-----	0,4317
Terceiro ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	80,95 $\pm$ 37,79 a	-----	< 0,0001
Pupa	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	64,28 $\pm$ 37,79 b	-----	0,0003
Ovo-Adulto	100,00 $\pm$ 0,00 a	97,14 $\pm$ 16,90 a	97,14 $\pm$ 16,90 a	85,71 $\pm$ 35,50 a	54,28 $\pm$ 50,54 b	34,28 $\pm$ 48,15 b	-----	< 0,0001

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A redução na viabilidade dos ovos ocasionada por alguns inseticidas à base de nim demonstra que alguns de seus ingredientes ativos, possivelmente a azadiractina, interferem no desenvolvimento embrionário. Já foi demonstrado que esse princípio ativo afeta as mitocôndrias, podendo deixá-las inoperantes e sem função (MORDUE; BLACKWELL, 1993; VOGT et al., 1998). Como as mitocôndrias são as responsáveis pela produção de energia necessária ao desenvolvimento dos embriões, é provável que tenham sido afetadas.

Outros estudos demonstraram que a aplicação de produtos ou extratos de nim provocou mortalidade em coccinelídeos. Cosme; Carvalho; Moura (2007) ao avaliar os efeitos de azadiractina sobre ovos do predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) nas concentrações de 1%, 5% e 10% verificou que a viabilidade dos ovos foi reduzida e que, independente da concentração utilizada, a azadiractina foi nociva aos embriões do predador, sendo seus efeitos tão prejudiciais quanto aos observados para produtos sintéticos. Da mesma forma, Silva e Martinez (2004) também obtiveram resultados prejudiciais ao mesmo predador a partir do uso de nim na concentração cinco mL/L de água, sob a forma de solução aquosa do óleo de sementes de nim, aplicado diretamente sobre o inimigo natural.

Autores como Schuster e Stansly (2000) ao estudarem o efeito do princípio ativo azadiractina em contato com os ovos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae) com 48 e 72 h de idade, constataram que a viabilidade desta fase não foi afetada. Resultados semelhantes foram relatados por Rugno (2013) ao avaliar o efeito do produto Azamax[®] sobre ovos de *C. cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) não observou diferença significativa das diferentes concentrações avaliadas sobre desenvolvimento embrionário, viabilidade de ovos, duração e viabilidade do estágio larval e duração e viabilidade do estágio pupal.

4.3.2 Efeito dos inseticidas sobre as larvas de *Leucochrysa* sp.

As larvas de segundo e terceiros ínstaes de *Leucochrysa* sp. tratadas com os produtos à base de nim, NeenMax[®] tiveram baixa viabilidade quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 10). Por causar alguns efeitos, o produto de formulação oleosa, foi considerado como classe 2 = levemente nocivos e os demais produtos como classe 1 = inócuo.

Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, Cordeiro et al. (2010) observaram que, para larvas de *C. cubana* expostas a resíduos secos de azadiractina, mesmo princípio ativo de Azamax[®], houve 100% de mortalidade, 500 horas após o contato com o produto, enquanto que dentre os 11 produtos fitossanitários utilizados por Rugno (2013) para avaliar a seletividade à larva desse mesmo predador, o inseticida Azamax[®] não afetou a sobrevivência.

A ação larvicida do óleo de nim para outros neurópteros também foi observada. Vogt et al. (1998) relataram que a aplicação de formulações de nim em laboratório provocaram alterações na cutícula e músculos, mandíbulas mal formadas, desorientação das microfibrilas, destruição das mitocôndrias e fibras musculares mais espaçadas, além de mortalidade do crisopídeo *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae).

Efeitos nocivos ocasionados por nim sobre *Eriopis connexa* Germ., 1824 (Coleoptera: Coccinellidae) foram obtidos por VENZON et al. (2007) que, ao avaliarem os efeitos de extratos observaram que somente cerca de 10% das larvas da joaninha, em plantas de pimenta (*Capsicum frutescens* L.) (Solanaceae) tratadas com extrato de semente de nim a 0,25 e a 0,5%, formaram pupas e não houve emergência de adultos. Os autores verificaram que, na concentração de 0,23%, o produto causou mortalidade significativa de ovos e de larvas de segundo ínstar do coccinelídeo. LOWERY; ISMAN (1995) verificaram que emulsões de nim reduziram a sobrevivência de *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Coccinellidae).

Os testes com óleo de nim sobre organismos não alvo, segundo Banken; Stark (1998) devem ser realizados utilizando-se diferentes formas de exposição dos organismos ao produto para se conhecer o seu real impacto. Entretanto, alguns autores relataram que produtos à base de nim já podem ser utilizados em programas de manejo

integrado de pragas, por serem seletivos a diversos inimigos naturais (GRIPWALL, 1999).

A azadiractina de modo geral interfere na função endócrina e neuroendócrina, afetando tanto a biossíntese do hormônio ecdisônio quanto do hormônio juvenil, acarretando alterações no desenvolvimento pós embrionário e no ciclo reprodutivo dos insetos (MALCZEWSKA; GELMAN; CYMBOROWSKI, 1988; REMBOLD, 1989; MEURANT; SERNIA; REMBOLD, 1994; SAYAH, 2002).

Cosme; Carvalho; Moura (2009) ao avaliarem os efeitos do Nim-I-Go®, sobre pupas e adultos de *C. externa*, em condições de laboratório, nas concentrações 0,5; 1,0; 2,0 e 5,0% , classificaram o produto como inócuo para as duas fases.

Diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, Rugno (2013) ao avaliar produtos fitossanitários, verificou que o inseticida Azamax®, não afetava a sobrevivência das larvas de *C. cubana* quando o produto foi aplicado no primeiro ínstar, porém foi classificado como nocivo, com efeito total maior que 99%.

Cordeiro et al. (2010) observaram que, para larvas de *C. cubana* expostas a resíduos secos de azadiractina, houve 100% de mortalidade, 500 h após o contato com o produto.

Efeitos nocivos ocasionados por nim também foram verificados para outros inimigos naturais, como a joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). Assim, Venzon et al. (2007) ao avaliarem os efeitos de extratos de semente de nim a 0,25 e a 0,5% sobre *E. connexa* e o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de pimenta, observaram que cerca de 10% das larvas da joaninha, formaram pupas, mas não houve a emergência de adultos.

SILVA; MARTINEZ (2004) também obtiveram resultados prejudiciais ao predador a partir do uso de nim, sob a forma de solução aquosa do óleo de sementes de nim, aplicado diretamente sobre *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) (Coleoptera: Coccinellidae). Os autores verificaram que, na concentração de 0,23%, o produto causou mortalidade significativa de ovos e de larvas de segundo ínstar. Ainda sobre *C. sanguinea*, Cosme; Carvalho; Moura (2007) verificaram que o produto comercial Nim-I-Go®, nas concentrações de 1; 5 e 10%, reduziu a viabilidade de ovos e a 5 e 10%, foi tóxico para larvas de quarto ínstar.

Pupas e adultos do predador *Chrysoperla externa* foram pulverizadas nas concentrações 0,5; 1; 2 e 5% de óleo de nim, durante a fase de pupa. O óleo de nim em

todas as concentrações testadas não afetou negativamente a viabilidade e duração do estágio de pupa, mas em adultos, nas concentrações de 1 e 2% provocou mortalidade significativa ao longo do tempo (COSME et al., 2009). Enquanto que para a espécie predadora *Ceraeochrysa claveri* (Navás, 1911) (Neuroptera:Chrysopidae) larvas tratadas com óleo de nim a 0,5, 1 e 2% tiveram graves alterações a nível ultraestrutural em células do intestino médio. Tratamentos realizados para a mesma espécie, também resultaram em efeitos deletérios nos casulos deste inseto, o que tornou o espécime mais vulnerável aos inimigos naturais durante sua metamorfose (SCUDELER; SANTOS, 2013; SCUDELER et al., 2013).

A mortalidade provocada pelo produto NeenMax® quando aplicado em ovos e larvas (Tabela 12) pode ser atribuída ao efeito fagodeterrente da azadirachtina ou então à formulação oleosa do produto utilizado.

Os efeitos da formulação podem ser os responsáveis pelo maior ou menor poder inseticida de um determinado produto à base de nim. Assim, formulações emulsionáveis parecem ser menos tóxicas às diferentes fases dos crisopídeos do que as oleosas.

Os testes com óleo de nim sobre organismos não alvo, segundo Banken; Stark (1998) devem ser realizados utilizando-se diferentes formas de exposição dos organismos ao produto para se conhecer o seu real impacto. Entretanto, alguns autores relataram que produtos à base de nim já podem ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas por serem seletivos a diversos inimigos naturais (GRIPWALL, 1999).

Tabela 10 – Duração média (dias) e viabilidade (%) de larvas de segundo e terceiro ínstar e pupas de *Leucochrysa sp.* ($\pm$ EP) após tratamento de L2 com 24 h de idade. Temperatura: $25\pm 2^\circ\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Variáveis do ciclo biológico de <i>Leucochrysa sp.</i>	Testemunha	Azamax	Nim-I-Go	Emulzinim	Extrato Etanólico Folha de Nim	NeenMax	Decis	P
Segundo instar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6,10 $\pm$ 0.14 a	6.12 $\pm$ 0.13 a	6.22 $\pm$ 0.18 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	5,44 $\pm$ 3,13 a	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,7952
Terceiro instar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.06 $\pm$ 0.09 a	6.16 $\pm$ 0.18 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	5,10 $\pm$ 3,59 a	-----	< 0,0001
Pupa	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.29 $\pm$ 0.40 b	-----	0,0003
Razão sexual	0.60 $\pm$ 23,09 a	0.56 $\pm$ 16,63 a	0.55 $\pm$ 27,81 a	0.49 $\pm$ 25,88 a	0.50 $\pm$ 27,08 a	1.0 $\pm$ 0,00 a	-----	0,0563
Viabilidade (%)								
Segundo instar	100,00 $\pm$ 0,00 a	96,00 $\pm$ 8,43 a	92,00 $\pm$ 13,98 a	86,00 $\pm$ 16,46 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	30,00 $\pm$ 19,43 b	-----	< 0,0001
Terceiro instar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	79,58 $\pm$ 30,89 b	-----	0,0018
Pupa	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	90,00 $\pm$ 10,54 b	100,00 $\pm$ 0,00 a	94,44 $\pm$ 13,61 ab	-----	0,0018

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 11 – Duração média (dias) e viabilidade (%) de larvas terceiro ínstar e pupas de *Leucochrysa* sp. ($\pm$ EP) após tratamento de L3 com 24 h de idade. Temperatura: $25\pm 2^\circ\text{C}$, U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Variáveis do ciclo biológico de <i>Leucochrysa</i> sp.	Duração média (dias) para as características biológicas de <i>Leucochrysa</i> sp. tratado							Estatística
	Testemunha	Azamax	Nim-I-Go	Emulzinim	Extrato Etanólico Folha de Nim	NeenMax	Decis	P
Terceiro ínstar	6.00 $\pm$ 0.00 a	6.04 $\pm$ 0.08 a	6.12 $\pm$ 0.13 a	6.14 $\pm$ 0.16 a	6.00 $\pm$ 0.00 a	8.05 $\pm$ 0.51 b	5.13 $\pm$ 2.51 c	< 0,0001
Pupa	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.04 $\pm$ 0.08 a	16.08 $\pm$ 0.13 a	16.08 $\pm$ 0.10 a	16.00 $\pm$ 0.00 a	16.57 $\pm$ 0.33 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	< 0,0001
Razão sexual	0.62 $\pm$ 28,98 a	0.51 $\pm$ 24,72 a	0.56 $\pm$ 22,70 a	0.51 $\pm$ 32,04 a	0.58 $\pm$ 22,01 a	0.68 $\pm$ 25,61 a	0,00 $\pm$ 0,00 c	0,6931
Viabilidade (%)								
Terceiro ínstar	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	98,00 $\pm$ 6,32 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	62,00 $\pm$ 8,13 b	6,00 $\pm$ 3,05 c	< 0,0001
Pupa	100,00 $\pm$ 0,00 a	96,00 $\pm$ 8,43 a	98,00 $\pm$ 6,32 a	98,00 $\pm$ 6,32 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	55,83 $\pm$ 25,47 b	0,00 $\pm$ 0,00 b	< 0,0001

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 12 – Mortalidade de ovos, segundo e terceiro ínstar de *Leucochrysa* sp. ($\pm$ EP) após aplicação de produtos fitossanitários. Temperatura: $25\pm 2^\circ\text{C}$. U.R.: $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamento	Mortalidade	Classificação	Mortalidade	Classificação	Mortalidade	Classificação
	Ovo (%)		2º íntar (%)		3º íntar (%)	
Azamax®	2,86	Inócuo	4	Inócuo	0	Inócuo
Nim-I-Go®	2,86	Inócuo	8	Inócuo	0	Inócuo
Emulzinim®	14,72	Inócuo	14	Inócuo	2	Inócuo
Extrato Etanólico	45,72	Levemente nocivo	0	Inócuo	0	Inócuo
NeemMax®	74,98	Levemente Nocivo	70	Levemente Nocivo	38	Levemente Nocivo
Decis®	100	Nocivo	100	Nocivo	94	Moderadamente nocivo
Testemunha (água)	0	-	0	-	0	-

4.4 CONCLUSÕES

Baseando-se na escala da IOBC, os produtos Azamax®, Nim-I-Go® e Emulzinim® são enquadrados na classe 1 = inócuo; Extrato etanólico de folhas de nim e NeenMax® na classe 2 = levemente nocivos quando aplicados em ovos de *Leucochrysa* sp.;

Azamax®, Nim-I-Go®, Emulzinim® e Extrato etanólico de folhas nim são classificados na classe 1 = inócuo sobre larvas de segundo e terceiro ínstaes da espécie;

Deltametrina enquadra-se na classe 4 = nocivo a *Leucochrysa* sp. quando aplicado sobre ovos e larvas de segundo ínstaes e classe 3 = moderadamente nocivo para larvas de terceiro ínstar.

Os compostos enquadrados na classe 1 podem ser recomendados em Programas de Manejo Integrado de Pragas, objetivando a integração entre os métodos alternativo e biológico por meio dessa espécie de predador.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, N.; BRAR, D.S. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. **Journal of Pest Science**, Los Angeles v.79, p.201-207, 2006.
- AHMAD, M.; OJIEWATSCH, H.R.; BASEDOW, T. Effects of neem-treated aphids as food/hosts on their predators and parasitoids. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.127, p.458-464, 2003.
- ALMEHMADI, R.M. Larvicidal, histopathological and ultra-structure studies of *Matricharia chamomella* extracts against the rift valley fever mosquito *Culex quinquefasciatus* (Culicidae:Diptera). **Journal of Entomology**, Lanham, n.8, v.1, p.63-72, 2011.
- BARROS, R.; DEGRANDE, P.E.; RIBEIRO, J.F.; RODRIGUES, A.L.L.; NOGUEIRA, R.F.; FERNANDES, M.G. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.57-64, 2006.
- BANKEN, J.A.O & J.D. STARK. Multiple routes of pesticide exposure and the risk of pesticides to biological control: A study of neem and the sevenspotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, p. 1-6, 1998.
- CARVALHO, G. A., C. F. CARVALHO, B. SOUZA, AND J. L. R. ULHÔA. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 615–662, 2002.
- CARVALHO, G.A.; BEZERRA, D.; SOUZA, B.; CARVALHO, C.F. Efeitos de inseticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n.4, p.699-706, 2003.
- CORDEIRO, E. M. G.; CORRÊA, A. S.; VENZON, M.; GUEDES, R.N.C. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, Oxford, v.81, p.1352-1357, 2010.
- COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P. Efeito de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.74, n.3, p.251-258, 2007.
- COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P.; PARREIRA, D.S. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.2, p. 233-238, 2009.

- FLORES, J. L., L. P. G. ACEVEDO, L. A. A. URIBE, E. C. CHAVEZ, M. H. B. ZABEH, AND Y. M. O. FUENTES. Functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) eggs. **Southwestern Entomologist**, Boston, v. 38, n. 2, p. 345–352, 2013.
- FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In: PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. v. 1, p. 95-114.
- GRIPWALL, E. The effect of a neem-based insecticide on three important greenhouse pests. Integrated Control in Glasshouses. **IOBC Bulletin**, v.22, n.1, p.97-100, 1999.
- HASSAN, S. A., F. BIGLER, H. BOGENSCHOTZ, E. BOLLER, J. BRUN, J. N. M. CALIS, J. COREMANS-PELSENEER, C. DUSO, A. GROVE, U. HEIMBACH, et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group “Pesticides and beneficial organisms”. **Entomophaga**, p. 39, p. 107–119, 1994.
- HASSAN, S.A.; P.E. DEGRANDE. Methods to test the side effects of pesticides on Trichogramma, p.63-74. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), Trichogramma e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p, 1996.
- KHUHRO, N. H., A. BIONDI, N. DESNEUX, L. ZHANG, Y. ZHANG, AND H. CHEN. Trade-off between flight activity and life-history components in *Chrysoperla sinica*. **BioControl**, New York, v. 59, n. 2, p. 219–227, 2014.
- LOWERY, D. T.; ISMAN, M. B. Toxicity of neem to natural enemies of aphids. **Phytoparasitica**, v. 23, p. 297-306, 1995.
- MALCZEWSKA, M.; GELMAN, D.B.; CYMBOROWSKI, B. Effect of azadirachtin on development, juvenile hormone and ecdysteroid titres in chilled *Galleria mellonella* larvae. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v.34, n.7, p.725-732, 1988.
- MEDINA, P.; BUDIA, F.; TIRRY, L.; SMAGGHE, G.; VINUELA, E. Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin with eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v.11, n.5, p.597-610, 2001.
- MEDINA. P.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F.; TIRRY, L.; VINUELA, E. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxifen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Pest Management**, London, v.32, n.1, p.196-203, 2003.
- MEURANT, K.; SERNIA, C.; REMBOLD, H. The effects of Azadirachtin A on the morphology of the ring complex of *Lucilia cuprina* (Wied) larvae (Diptera: Insecta). **Cell Tissue Research**, New York, v.275, p.247-254, 1994.
- MOURA, A.P.; CARVALHO, G.A.; MOSCARDINI, V.F.; MARQUES, M.C.; SOUZA, J.R. Toxicidade de pesticidas recomendados na produção integrada de maçã (PIM) a populações de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, n.3, p.395-404, 2009.

PAPPAS, M.L.; BROUFAS, G.D.; KOVEOS, D.S. Chrysopid predators and their role in biological control. **Journal of Entomology**, Lanham, v.8, n.3, p.301-326, 2011.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P. S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 295-114.

QI, B.; GORDON, G.; GIMME, W. Effects of neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). **Biological Control**, Oxford, v.22, p.185-190, 2001.

REMBOLD, H. Azadirachtin: their structure and mode of action. In: ARSON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. p.150-163.

RUGNO, G. R. **Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), desenvolvimento em diferentes temperaturas e diversidade de crisopídeos em propriedades com manejo intensivo e convencional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)**. Gabriel Rodrigo Rugno. Piracicaba, 2013. 118 p: il. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2013.

SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. **Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais**. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227.

SAS Institute. 2001. SAS User`s guide: statistic version 8 for Windows. **SAS Institute**, Cary, NC

SAYAH, F. Ultrastructural changes in the corpus allatum after azadiracthin and 20-hydroxyecdysone treatment in adult females of *Labidura riparia* (Dermaptera). **Tissue & Cell**, Bethesda, v.34, n.2, p.53-62, 2002.

SCHUSTER, D.J.; STANSLY. P.A. Response of two lacewing species to biorational and broad-spectrum insecticides. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 28, p. 297-304, 2000.

SCUDELER, E.L.; SANTOS, D.C. Effects of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) on midgut cells of predatory larvae *Ceraeochrysa claveri* (Navás, 1911) (Neuroptera: Chrysopidae). **Micron**, United Kingdom, v. 44, p. 125–132, 2013.

SILVA, F.A.C.; MARTINEZ, S.S. Effect of neem seed oil aqueous solutions on survival and development of the predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.6, p.751- 757, 2004.

SILVA, R.A.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C.F.; REIS, P.R.; PEREIRA, A.M.A.R.; COSME, L.V. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro a larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e

efeitos sobre as fases subseqüentes do desenvolvimento do predador. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.951-959, 2005.

TAUBER, C. A., ALBUQUERQUE, G. S., TAUBER, M. J. Nomenclatorial changes and redescrptions of three of Navás' *Leucochrysa* (Nodita) species (Neuroptera, Chrysopidae). **ZooKeys**, Sofia, v. 92, n. 1, p. 9-33, 2011.

VEIGAS Jr., C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v.26, n.3, p.390-400, 2003.

VENZON, M.; ROSADO, M.C.; PALLINI, A; FIALHO, A; PEREIRA, C.J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.627-631, 2007.

VOGT, H.; GONZALEZ, M.; ADAN, A.; SMAGGHE, G.; VINUELA, E. Efectos secundarios de la azardiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas*, v.24, n.1, p.67-78, 1998.