

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANIDADE – DFF
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

MONNA KEILA FREITAS BESERRA

**CONTROLE DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS *Aleurocanthus woglumi* ASHBY
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) POR ÓLEOS VEGETAIS E SELETIVIDADE A
Chrysoperla externa (HAGEN) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

São Luís – MA
2019

MONNA KEILA FREITAS BESERRA

**CONTROLE DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS *Aleurocanthus woglumi* ASHBY
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) POR ÓLEOS VEGETAIS E SELETIVIDADE A
Chrysoperla externa (HAGEN) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão em cumprimento as exigências das Normas Gerais do Ensino de Graduação, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. D.Sc. Adriano Soares Rêgo

São Luis- MA
2019

MONNA KEILA FREITAS BESERRA

**CONTROLE DA MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS *Aleurocanthus woglumi* ASHBY
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) POR ÓLEOS VEGETAIS E SELETIVIDADE A
Chrysoperla externa (HAGEN) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão em cumprimento as exigências das Normas Gerais do Ensino de Graduação, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

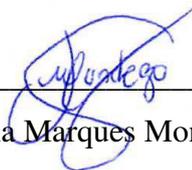
Orientador: D.Sc. Adriano Soares Rêgo

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Adriano Soares Rêgo (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Profa. D.Sc. Janaína Marques Mondego (Avaliador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Profa. D.Sc. Raimunda Nonata Santos de Lemos (Avaliador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

À minha mãe Maria de Fátima Freitas, aos meus irmãos Monica Freitas e José Ribamar Freitas, ao meu marido Aurélio Ramalho e minha filha Lívia Freitas e aos meus cunhados e cunhadas pelo apoio. Ao meu avô Antonio Alves (in memoriam).

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui. A minha família pela dedicação e paciência que contribuiu diretamente para que esses anos se tornassem mais fáceis e prazerosos. Em nome da minha mãe Maria de Fátima Freitas por me mostrar sempre a guerreira que é e sempre foi. Aos meus irmãos pelo amor, carinho e pela ajuda ao longo do caminho. Aos meus sobrinhos por sempre me motivarem.

Ao maior amor da minha vida, Lívia Freitas, minha filha que desde que nasceu me incentiva e mostra a vida de um outro olhar, ingênuo, humilde e cheio de amor, que me encoraja a buscar ser melhor todos os dias. Ao meu companheiro Aurélio Ramalho pela dedicação e motivação e amor em todas as suas atitudes. A família Ferreira Ramalho pelo incentivo e companheirismo.

Agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir com meu aprendizado em especial aos queridos Adriano Soares Rêgo, Janaína Marques Mondego, Raimunda N. S. de Lemos e professora Ester Azevedo do Amaral. Agradeço também a minha instituição por ter me dado a chance e todas as ferramentas que permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

A meus amigos de turma pela ajuda e parceria ao longo do curso e pelas amizades feitas ao longo dessa jornada e que ficarão para a vida.

Aos meus queridos amigos de laboratório pelos sorrisos e parcerias ao longo de todo esse tempo, por terem me recebido de braços abertos e me proporcionado momentos maravilhosos.

RESUMO

A mosca-negra-dos-citros é uma praga exótica que foi introduzida em território maranhense no ano de 2003 e, desde então, tem preocupado tanto pesquisadores como produtores de citros, devido sua elevada capacidade de dispersão, ocorrência de inúmeras gerações ao ano, adaptação às diversas condições climáticas e elevada redução na produtividade dos citros. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi controlar a mosca-negra-dos-citros por meio do uso dos óleos vegetais de algodão e soja degomada e avaliar a seletividades desses óleos vegetais a um predador não-alvo. Todos os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia/ NBA/ CCA da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). O potencial de predação de *Chrysoperla externa* foi determinado para verificar a capacidade de consumo desse predador sobre ninfas (2º ou 3º instares) da mosca-negra-dos-citros. Foram realizados bioensaios com diferentes densidades (5, 10, 20, 30, 40 e 50) de *A. woglumi* para determinar o número médio de ninfas consumidas por larvas de primeiro instar de *C. externa* durante 24h. Posteriormente, bioensaios de concentração-mortalidade foram realizados para a determinação das concentrações letais (CL₁₀, CL₂₅, CL₅₀, CL₈₀ e CL₉₀) dos óleos vegetais de algodão e soja degomado à mosca-negra-dos-citros. Concentrações crescentes dos óleos de algodão e soja degomado foram pulverizadas em folhas de citros infestadas com ninfas de 3º instar de *A. woglumi*. Adicionalmente, testes de seletividade foram realizados sobre ovos de *C. externa* com até 24h de idade. Ovos desse predador foram colocados em placas de Petri e pulverizados com água destilada (controle), CL₅₀ dos óleos de algodão e soja degomado. Por fim, foi realizada a determinação das classes toxicológicas dos óleos de algodão e soja degomado sobre *C. externa*. Os resultados indicaram que larvas de 1º instar de *C. externa* apresentaram alta taxa de predação sobre densidades crescentes de estádios ninfais (2º e 3º) de *A. woglumi*. Os óleos vegetais de algodão e soja degomado foram tóxicos a ninfas de 3º instar da mosca-negra-dos-citros. Os óleos vegetais de algodão e soja degomado foram seletivos ao crisopídeo *C. externa*. Todas as informações em conjunto são essenciais para o desenvolvimento de futuros programas de manejo ecológico da mosca-negra-dos-citros.

Palavras-chave: Aspectos biológicos, *Chrysoperla externa*, Interação predador-presa, Óleos vegetais, Seletividade.

ABSTRACT

The citrus black fly is an exotic pest that was introduced in Maranhão territory in the year 2003 and, since then, has worried both researchers and producers of citrus, due to its high dispersal capacity, occurring for countless generations a year, adaptation to the various climatic conditions and high reduction in citrus productivity. Thus, the objective of this work was to control the citrus black fly through the use of cottonseed and degummed soybean oils and to evaluate selectivity of these vegetable oils to a non-target predator. All bioassays were performed at the Laboratory of Entomology/ NBA / CCA of the Maranhão State University (MASU). The predation potential of *Chrysoperla externa* was determined to verify the predator's ability to consume nymphs (2nd or 3rd instars) of the citrus black fly. Bioassays with different densities (5, 10, 20, 30, 40 and 50) of *A. woglumi* were performed to determine the average number of nymphs consumed by *C. externa* first instar larvae during 24h. Subsequently, concentration-mortality bioassays were carried out to determine the lethal concentrations (CL₁₀, CL₂₅, CL₅₀, CL₈₀ and CL₉₀) of the cottonseed and degummed soybean oils to the citrus black fly. Increasing concentrations of cottonseed and degummed soybean oils were sprayed on citrus leaves infested with 3rd instar nymphs of *A. woglumi*. Additionally, selectivity tests were performed on eggs of *C. externa* up to 24 hours old. Eggs from this predator were placed in Petri dishes and sprayed with distilled water (control), LC₅₀ from cottonseed and degummed soybean oils. Finally, the toxicological classes of cottonseed and degummed soybean oils were determined on *C. externa*. The results indicated that 1st instar larvae of *C. externa* presented a high predation rate on increasing densities of *A. woglumi* nymphal stages (2nd and 3rd). Additionally, it was possible to prove the toxicity of degummed soybean and cottonseed oils on third instar nymphs of the citrus black fly by determining the lethal concentrations of these vegetable oils. Finally, the selectivity (compatibility) of the degummed cotton and soybean vegetable oils on the biological parameters of *C. externa* was proved. All the information together is essential for the development of future ecological management programs for the citrus black fly.

Key words: Biological aspects, *Chrysoperla externa*, Predator-prey interaction, Vegetable oils, Selectivity.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 2.1 Mosca-negra-dos-citros | 9 |
| 2.2 Controle biológico com crisopídeos | 11 |
| 2.2 Controle alternativo | 12 |
| 3. METODOLOGIA..... | 14 |
| 3.1 Obtenção e identificação de <i>Chrysoperla externa</i> | 14 |
| 3.2 Estabelecimento da criação de <i>Chrysoperla externa</i> | 14 |
| 3.3 Eficiência de <i>Chrysoperla externa</i> no controle da mosca-negra-dos-citros | 15 |
| 3.4. Ensaio de concentração letal para a mosca-negra-dos-citros dos citros..... | 16 |
| 3.5 Seletividade de produtos alternativos sobre ovos de <i>Chrysoperla externa</i> | 17 |
| 3.5.1 Efeito de produtos alternativos sobre ovos | 18 |
| 3.5.2 Determinação das classes toxicológicas | 18 |
| 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 19 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 5.1 Potencial de predação de <i>C. externa</i> sobre <i>A. woglumi</i> | 9 |
| 5.2 Toxicidade de óleos vegetais sobre ninfas de 3º instar da mosca-negra-dos-citros | 21 |
| 5.3 Seletividade de óleos vegetais sobre ovos de <i>C. externa</i> | 22 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 27 |
| REFERÊNCIAS | 28 |

1. INTRODUÇÃO

A mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) é originária do Sudoeste da Ásia (DIETZ; ZETEK, 1920) e sua distribuição geográfica abrange as Américas, África, Ásia e Oceania (MOLINA et al., 2014). No Brasil, a mosca-negra-dos-citros foi primeiramente registrada no estado do Pará no ano de 2001 (OLIVEIRA et al., 2001). Posteriormente, essa praga foi detectada nos estados do Amazonas, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Alagoas, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Amapá, Roraima, Tocantins, Rondônia, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (SILVA, 2005; LEMOS et al., 2006; JORDÃO; SILVA, 2006; YAMAMOTO et al., 2008; PENA et al., 2008; RONCHI-TELES et al., 2009; LOPES et al., 2010; CORREIA et al., 2011; MONTEIRO et al., 2012; RAGA et al., 2013; MOLINA et al., 2014; ALMEIDA; LHANO, 2014; MENDONÇA et al., 2015; SILVA et al., 2015).

A mosca-negra-dos-citros possui mais de 300 espécies de plantas hospedeiras, dentre plantas daninhas, ornamentais e frutíferas (CARVALHO et al., 2017; BRAGARD et al., 2018), no entanto tem apresentado preferência alimentar por plantas cítricas (PENA et al., 2009; LOPES et al., 2013; ALVIM et al., 2016). Essa praga alimenta-se de grande quantidade de seiva, deixando a planta debilitada, podendo levar a morte da planta hospedeira em altas densidades populacionais (LEMOS et al., 2006). Danos indiretos na planta hospedeira ocorrem devido à presença da fumagina (*Capnodium* sp.), que reduz a atividade fotossintética e impede a respiração da planta (MEDEIROS et al., 2018; GOMES et al., 2019).

Estratégias ecológicas usando óleos vegetais vêm sendo indicadas no controle de artrópodes fitófagos como uma alternativa aos agrotóxicos comerciais (DUSO et al., 2008; SILVA et al., 2012, OLIVEIRA, et al., 2017). A eficiência desses óleos vegetais se baseia em diversos estudos e experiências ecológicas de combate a pragas (STARK; RANGUS, 1994; GONÇALVEZ et al., 2001ab; LIMA, 2009; LEMOS et al., 2011; SILVA et al., 2012). A principal vantagem do uso de óleos vegetais reside no fato desses produtos serem inócuos ou pouco tóxicos a inimigos naturais. Ademais, ao se adotar métodos alternativos de combate à mosca-negra-dos-citros pode-se auxiliar na redução de contaminação ambiental e humana, problemas muito comuns em pomares de citros devido ao excesso de aplicações e uso de agrotóxicos de amplo espectro.

Dentre os agentes de controle biológico da mosca-negra-dos-citros, os crisopídeos (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) demonstram grande potencial (OLIVEIRA et al., 2014), pois inúmeras espécies desses predadores podem ser encontradas naturalmente, em grande

abundância, nos mais variados agroecossistemas (FREITAS; PENNY, 2001; MCEWEN et al., 2001; FREITAS, 2002) sendo utilizados tanto no controle biológico aplicado como no conservativo (ALBUQUERQUE et al., 2001; FREITAS, 2002). Os crisopídeos estão entre os mais importantes inimigos naturais usados no controle biológico de artrópodes fitófagos no mundo (VAN LENTEREN, 2012) haja vista que suas larvas são predadoras vorazes, ativas e com excelente capacidade de busca, alimentando-se de grande diversidade e consumindo grande número de presas para completar seu desenvolvimento (SENIOR; MCEWEN, 2001). As presas das larvas dos crisopídeos consistem de artrópodes pequenos, relativamente imóveis e com tegumento macio para serem perfurados ou triturados pelas suas peças bucais (NEW, 1975; ALBUQUERQUE et al., 2012). Entre suas presas mais comuns estão ácaros (Tetranychidae e Eriophyidae) e diversos grupos de insetos, como hemípteros das subordens Sternorrhyncha e Euchenorrhynca, ovos e larvas pequenas de lepidópteros, psocópteros e tisanópteros (ALBUQUERQUE et al., 2012).

No Maranhão, são necessários estudos de identificação e seleção das principais espécies de crisopídeos ocorrentes na cultura dos citros bem como a determinação de sua eficiência no controle da mosca-negra-dos-citros. Adicionalmente aos inimigos naturais, a determinação da eficiência dos óleos vegetais poderá contribuir para a regulação de populações da mosca-negra-dos-citros em campo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi controlar a mosca-negra-dos-citros por meio do uso dos óleos vegetais de algodão e soja degomada e avaliar a seletividades desses óleos vegetais a um predador não-alvo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mosca-negra-dos-citros

A mosca-negra-dos-citros, é considerado um inseto de importância agrícola em vários países devido à perda de produção (20 a 80%) nas plantas cítricas (TEODORO et al., 2014). *Aleurocanthus woglumi* é um inseto polífago, com cerca de 300 espécies de plantas hospedeiras, em diferentes famílias botânicas (BRAGARD et al., 2018). No entanto, várias espécies pertencentes ao gênero *Citrus* são os hospedeiros mais adequados para o desenvolvimento de populações *A. woglumi* (TEODORO et al., 2014).

Aleurocanthus woglumi foi detectado pela primeira vez no Brasil em julho de 2001, no município de Belém, Estado do Pará (ALVIM et al, 2016). No Maranhão, o primeiro registro oficial da mosca-negra-dos-citros ocorreu no ano de 2003, em pomares de citros de dez anos

nos municípios de Imperatriz, Bacabal e Boa Vista do Gurupi (LEMOS et al., 2006). Em 2004, novos registros de *A. woglumi* foram realizados em citros e mangueira nas cidades de Barra do Corda e São Luís, com presença de mais de 100 pupários por folha (LEMOS et al., 2006). Posteriormente, foram constatadas infestações da mosca-negra-dos-citros em diversas mesorregiões geográficas do Maranhão (MEDEIROS, 2007) nas quais predominam sistemas agrícolas de base familiar onde a citricultura é promissora através dos cultivos de tangerinas e limas-ácidas.

O desenvolvimento de *A. woglumi* é favorecido por temperaturas entre 28°C e 32°C e umidade relativa do ar na faixa de 70% e 80%. As fêmeas depositam seus ovos, que podem chegar em média de 70 ovos, na forma de uma espiral na face abaxial das folhas (CARVALHO et al, 2017). A mosca-negra-dos-citros apresenta aparelho sugador e tanto os adultos como as fases imaturas, em altas densidades populacionais, causam danos ao se alimentarem da planta, com redução de fotoassimilados e declínio no vigor das plantas (RAGA et al, 2013; SOUZA et al, 2017).

O dano indireto é causado pela excreção de substância açucarada (*honeydew*) que favorece o aparecimento de fumagina (*Capnodium* spp) nas folhas, galhos e frutos, afetando a respiração, a fotossíntese e a qualidade dos frutos para comercialização (RAGA et al, 2013). Alterações fisiológicas causadas por esses danos diretos e indiretos diminuem o crescimento da planta e reduzem a qualidade, tamanho e número de frutos, comprometendo a produção de frutas e o valor comercial (GOMES et al, 2019).

Desde o relato da ocorrência da mosca-negra-dos-citros no Brasil, inseticidas químicos têm sido utilizados para controlar sua infestação, no entanto o controle químico tem sucesso limitado nesse fitófago devido à cutícula cerosa dos primeiros ínstaes (CARVALHO et al, 2017). No Maranhão, o controle da mosca-negra-dos-citros não é realizado em pomares pouco tecnificados. No entanto, em pomares tecnificados o controle dessa praga é realizado com agrotóxicos específicos. Os problemas decorrentes do uso indiscriminado desses produtos são diversos tais como, ressurgência de pragas secundárias, seleção de populações resistentes, mortalidade de inimigos naturais, além de problemas ambientais e à saúde das pessoas (GALLO et al., 2002; GEIGER et al., 2011).

2.2 Controle biológico com crisopídeos

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma das técnicas que visa o controle de insetos-praga nas lavouras, e está baseado em um conjunto de táticas que visam à prevenção, ao

monitoramento e ao tratamento contra insetos-praga, em culturas perenes e anuais (TRIVELLATO, 2010). Um dos métodos que compõem o MIP é o Controle Biológico, definido como “a ação de parasitos, predadores ou patógenos que mantém a densidade populacional de outros organismos numa média mais baixa do que ocorreria na sua ausência” (DEBACH, 1974). O controle biológico é um processo natural e dinâmico nos diferentes agroecossistemas, resultante da ação de insetos entomófagos (parasitos e predadores) e de agentes entomopatogênicos (TRIVELLATO, 2010).

Dentre o grupo dos insetos, há registros de diversas espécies atuando como agentes de controle biológico de artrópodes fitófagos, tais como parasitoides e predadores (MORATO, 2012). Os parasitoides são agentes de controle que possuem pelo menos uma de suas fases de vida intimamente associada à praga, considerada como hospedeiro do inimigo natural (CRUZ, 2008). O contrário acontece com os predadores que necessitam de mais de um indivíduo para completar seu desenvolvimento (GALLO et al., 2002). Dentre os insetos predadores, a ordem Neuroptera se destaca, no controle de insetos-praga (TRIVELLATO, 2010), com diversas espécies sendo usadas amplamente em programas de controle biológico aplicado (PAPPAS et al., 2011).

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), conhecidos vulgarmente como bichos-lixeiros, são insetos benéficos que atuam na regulação populacional de diversas ordens de insetos e grupos de ácaros fitófagos (ALBUQUERQUE et al., 2012). Uma das grandes vantagens que torna os crisopídeos eficientes predadores é sua grande plasticidade em se adequar a flutuações populacionais e à disponibilidade de suas presas (MCEWEN et al., 2001). Representantes de Chrysopidae são amplamente usados em programas de controle biológico de artrópodes fitófagos (MCEWEN et al., 2001), pois seus estágios imaturos de são vorazes, ativos e com excelente capacidade de busca, alimentando-se de grande diversidade e consumindo elevado número de presas para completar seu desenvolvimento (FREITAS; PENNY, 2001; VAN LENTEREN, 2012; ALBUQUERQUE et al., 2012).

De acordo com Freitas (2002), os crisopídeos além de se alimentarem de vários tipos de presas, são encontrados tanto em ambientes naturais, como em diversos agroecossistemas, evidenciando assim a grande plasticidade ecológica desses insetos. Os crisopídeos têm despertado a atenção quanto ao uso no controle biológico de insetos e ácaros 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 (MCEWEN et al., 2001). As presas dos crisopídeos incluem os seguintes grupos: afídeos (Hemiptera: Aphididae), numerosas cochonilhas (Hemiptera: Monophlebidae, Pseudococcidae, Eriococcidae, Coccidae e Diaspididae),

cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae, Cicadellidae, Membracidae e Fulgoridae), moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae), psílídeos (Hemiptera: Sternorrhyncha), tripés (Thysanoptera), lepidópteros (Lepidoptera: Tortricidae, Pyralidae, Noctuidae e Pieridae), ácaros (Acari: Tetranychidae e Eriophyidae) e, menos frequentemente, besouros, dípteros, himenópteros e outros neurópteros (COSTA, 2016).

No entanto, segundo Parra et al. (2002), os insetos entomófagos, no caso, os predadores, apresentam, outros atributos favoráveis, tais como: consumo de um grande número de presas durante o 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 (COSTA, 2016). Além disso, possuem como características principais a facilidade de criação em grande escala, baixo custo, fácil manejo, eficiência e disponibilidade comercial, no entanto vários autores enfatizam a necessidade de realizar mais estudos sobre a biologia desses insetos para melhorar a sua produção e aplicação em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (TRIVELLATO, 2010; PAPPAS et al., 2011; VAN LENTEREN, 2012).

Analisando-se as pesquisas já desenvolvidas acerca destes predadores, percebe-se claramente o seu alto potencial, sendo capazes de controlar altos níveis populacionais de pragas em diversas culturas. Entretanto, estudos aplicados envolvendo liberações em campo para constatação dos dados obtidos em condições de laboratório ainda são escassos (BEZERRA et al., 2009).

2.3 Controle Alternativo

O primeiro uso de inseticida à base de produtos naturais, foi efetuado no século XVIII, quando folhas de tabaco trituradas foram utilizadas na França para combater o ataque de pulgões (HOMMA, 2007). Extratos, óleos essenciais e óleos brutos vegetais têm eficiência comprovada no controle de artrópodes fitófagos (BAKKALI et al., 2008; PINHEIRO et al., 2009; TRIPATHI et al., 2009; LIMA et al., 2013; MOTA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017). Os óleos essenciais têm sido empregados como inseticidas naturais tanto no manejo integrado de pragas, como também na agricultura orgânica, podendo ser mais econômicos e fáceis de manusear, sendo uma boa opção para pequenos produtores (GIULIETTI et al., 2015; ISMAN, 2016).

Nas últimas décadas, houve um aumento no número de compostos bioativos derivados de plantas com ação inseticida e acaricida (BAKKALI et al., 2008; TRIPATHI et al., 2009; ISMAN; GRIENEISEN, 2014; OLIVEIRA et al., 2017). Além dos efeitos tóxicos diretos de fitoquímicos nos insetos, seja por contato, ingestão ou fumigação, também há compostos bioativos que atuam no comportamento de pragas agrícolas por meio da repelência (AKHTAR et al, 2010; VITTERI JUMBO et al., 2014).

Os bioextratos são substâncias resultantes do metabolismo secundário das plantas que segundo estudos químico-ecológicos, executam importante papel nas relações inseto-planta (VIGLIANCO et al., 2008). Algumas substâncias ou compostos de plantas podem atuar de várias formas, sobretudo quando há um complexo químico sendo o responsável por sua ação tóxica na praga-alvo (UPADHYAY, 2016).

Os inseticidas botânicos comerciais geralmente declaram um único produto natural como ingrediente ativo, quando, na verdade, a maior parte da química defensiva das plantas consiste em conjuntos de produtos naturais derivados de uma via biossintética comum (ISMAN, 2016). Como pesticidas, os inseticidas botânicos desfrutam de um amplo espectro de ação contra os artrópodes, incluindo pragas em culturas e plantas ornamentais, pragas de saúde pública e vetores de doenças (ISMAN, 2000).

Os óleos vegetais de soja degomado e algodão tem apresentado resultados promissores no controle de artrópodes fitófagos (TEODORO et al., 2017; OLIVEIRA et al, 2017). O óleo de soja degomado possui ácido linoléico como principal composto seguido pelo ácido palmítico. A maior toxicidade para o óleo de soja degomado pode estar relacionado com a sua alta quantidade de ácido linoleico, um ácido graxo de cadeia longa de carbono. (OLIVEIRA et al, 2017). O óleo de algodão apresentar perfil químico variado em sua constituição, ou seja, a composição de ácidos graxos revelou tanto a presença de compostos saturados quanto insaturados com atividade inseticida e acaricida (SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017; TEODORO et al., 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção e identificação de *Chrysoperla externa*

Uma população de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) foi capturada em pomar de lima-ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), estabelecido há oito anos,

localizada no povoado Iguaiába, Zona Rural do município de Paço do Lumiar, MA (02° 29' 55,1" S; 044° 06' 42,3" W) (Figura 1).

A identificação de *C. externa* foi realizada por meio de chaves dicotômicas específicas, usando-se características morfológicas externas e da genitália interna dos adultos e descrições originais dessa espécie na literatura. Para confirmar a identificação, os espécimes foram comparados com o banco de dados de imagens digitalizadas dos tipos depositados no Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Paris, França; Museum of Comparative Zoology (MCZ), Harvard University, Cambridge, MA, EUA; Museo de La Plata (MLP), La Plata, Argentina; Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MBR), Buenos Aires, Argentina; Fundación Miguel Lillo (FML), San Miguel de Tucumán, Argentina e The Natural History Museum, conhecido formalmente como British Museum of Natural History (BMNH), Londres, Inglaterra (Cedido por G.S. Albuquerque, UENF-RJ). Os espécimes identificados (espécimes "voucher") estão preservados em tubos de ensaio imersos em álcool (70%) e alfinetados em caixas entomológicas.



Figura 1 – Pomar de Lima-ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) localizado no povoado Iguaiába, Zona Rural do município de Paço do Lumiar, MA. Imagem: Rêgo (2018).

3.2 Estabelecimento da criação de *C. externa*

Após triagem e identificação, adultos de *C. externa* foram sexados (machos e fêmeas) e colocados em gaiola plástica de 340 ml com tampa telada (organza) e abertura lateral, onde

foi colocado um tubo de ensaio contendo água destilada fechado com chumaço de algodão. As gaiolas foram mantidas em câmaras de incubação do tipo B.O.D. a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob um fotoperíodo de 12h:12h (Luz: Escuro), e umidade relativa de $70\pm 10\%$ (Figura 2). Os crisopídeos adultos foram alimentados com dieta artificial à base de mel e levedura de cerveja (1:1). Durante o período de oviposição das fêmeas, os ovos obtidos foram individualizados em tubos de ensaio de 40 ml, vedados com algodão, de modo que as larvas recém-eclodidas ficassem isoladas, evitando o canibalismo típico deste estágio. As larvas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Os estágios de pré-pupa e pupa permaneceram nestes mesmos tubos até a emergência dos adultos. A partir da criação de manutenção, os crisopídeos foram multiplicados no Laboratório de Entomologia, sendo utilizados insetos da segunda geração (F2) para os bioensaios.



Figura 2 – Criação de manutenção de *C. externa* mantida em câmaras de incubação do tipo B.O.D. [temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12h:12h (L:E) e umidade relativa de $70\pm 10\%$]. Imagem: Rêgo (2018).

3.3 Eficiência de *Chrysoperla externa* no controle da mosca-negra-dos-citros

O potencial de predação de *C. externa* foi determinado para verificar a capacidade de consumo desse predador sobre ninfas (2º ou 3º instares) da mosca-negra-dos-citros (Figura 3). Bioensaios em diferentes densidades (5, 10, 20, 30, 40 e 50) de *A. woglumi* foram realizados para determinar o número médio de ninfas consumidas por larvas de primeiro instar de *C. externa* durante 24h.

Antes do início dos experimentos, as larvas do predador foram individualizadas em tubos de ensaio, fechados com chumço de algodão e privadas de alimento por 8h. As unidades experimentais foram constituídas por folhas de citros com ninfas (2º ou 3º instares) de *A. woglumi*, colocadas no interior de potes plásticos (400 ml). Telas de organza (5 x 5 cm) foram fixadas sobre os potes plásticos para confinar as larvas de crisopídeos em seu interior. Em cada unidade experimental, o pecíolo foi envolvido em algodão umedecido com água destilada de modo a manter o turgor das folhas e evitar a morte das ninfas por falta de alimento e secura das folhas.

As unidades experimentais foram mantidas em câmaras de incubação do tipo B.O.D. em condições controladas, descritas anteriormente. Após 24h do início do experimento, foi realizada a contagem de *A. woglumi* remanescente sob microscópio estereoscópico, e o consumo (mínimo e máximo) determinado pela diferença entre o número de ninfas fornecidas e remanescentes em cada folha de citros.

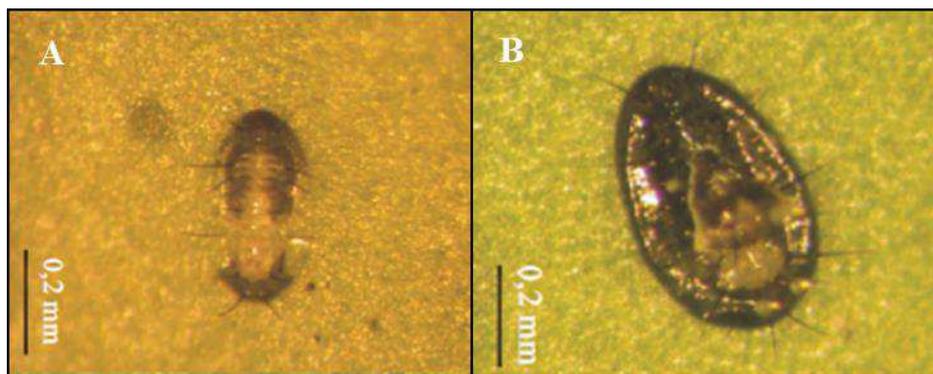


Figura 3 – Estádios imaturos da mosca-negra-dos-citros: A) Ninfa de 2º instar e B) Ninfa de 3º instar. (Adaptado de Pena et al., 2009)

3.4. Ensaios de concentração letal de óleos vegetais para a mosca-negra-dos-citros

Bioensaios de concentração-mortalidade foram realizados para a determinação das concentrações letais (CL_{10} , CL_{25} , CL_{50} , CL_{80} e CL_{90}) dos óleos vegetais de algodão e soja degomado à mosca-negra-dos-citros. As concentrações dos óleos vegetais utilizadas foram selecionadas por meio de bioensaios iniciais, situando-se entre os limites inferior (0%) e o superior (100%) de mortalidade da mosca-negra-dos-citros. Os bioensaios foram realizados no Setor de Entomologia da UEMA: Sala de Acarologia (pulverizações) e Sala de Criação de Insetos ($25 \pm 2^\circ C$, 12: 12h L: E e $70 \pm 10\%$ UR).

Concentrações crescentes dos óleos de algodão (0,07; 0,17; 0,35; 0,52 e $0,69 \mu L / cm^2$) e soja degomado (0,43; 0,17; 0,35; 0,52 e $0,87 \mu L / cm^2$) foram pulverizadas em folhas de

citros infestadas com ninfas de 3º instar de *A. woglumi* a partir do uso de uma torre de Potter (POTTER, 1952) (Figura 4). Nos bioensaios de toxicidade dos óleos vegetais (algodão e soja degomado) à mosca-negra-dos-citros foram utilizadas 20 repetições por tratamento. Cada repetição foi constituída por 20 ninfas de 3º instar de *A. woglumi* em folhas de citros. Em cada repetição, o pecíolo foi envolvido em algodão umedecido com água destilada de modo a manter o turgor das folhas e evitar a morte das ninfas por falta de alimento e secura das folhas.

A pulverização foi conduzida a 0,34 bar (34 kPa) de pressão com uma alíquota de 1,7 mL de pulverização que resultou num resíduo de $1,8 \pm 0,1 \text{ mg/cm}^2$. Esta quantidade aplicada está de acordo com o recomendado pela IOBC/WPRS (International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants/ West Palearctic Regional Section).

Após as pulverizações dos óleos vegetais, todas as folhas foram colocadas no interior de bandejas plásticas, identificadas por tratamento, e expostas ao ambiente por 1h para secagem. Em seguida, as bandejas foram cobertas com filme plástico perfurado e acondicionadas na Sala de Criação de Insetos do Laboratório de Entomologia da UEMA. A mortalidade das ninfas de terceiro instar de *A. woglumi* foi avaliada após 24h de exposição aos óleos vegetais de algodão e soja degomado.



Figura 4 – Torre de pulverização de Potter (Burkard, Rickmansworth, UK). Imagem: Rêgo (2018).

3.5 Seletividade de óleos vegetais sobre ovos de *Chrysoperla externa*

Os testes de seletividade foram realizados de acordo com a metodologia recomendada pela IOBC/ WPRS. Todos os tratamentos foram aplicados diretamente sobre ovos por meio de torre de pulverização de Potter calibrada através do ajuste da pressão de pulverização e da

quantidade de calda baseado nos valores da CL_{50} obtidos para mosca-negra-dos-citros (subitem 3.4).

3.5.1 Efeito de produtos alternativos sobre ovos

Ovos de *C. externa* com até 24h de idade foram colocados em placas de Petri (15 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) e pulverizados com água destilada (controle), CL_{50} dos óleos de algodão e soja degomado. Após as pulverizações, os grupos de ovos foram mantidos à temperatura ambiente no laboratório por 1 hora para reduzir a umidade na superfície dos ovos. Em seguida, os ovos foram individualizados em tubos de ensaio (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura), fechados com chumaço de algodão e mantidos em câmaras de incubação do tipo B.O.D. a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, sob um fotoperíodo de 12h: 12h (L: E) e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Avaliações diárias foram realizadas nos ovos tratados até a eclosão das larvas. Após a eclosão, os estádios imaturos de *C. externa* foram alimentados *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella* até se transformarem em pupas. Todas as pupas foram mantidas em tubos de ensaio até a emergência de adultos, os quais foram agrupados em casais e distribuídos na proporção de um casal por gaiola (pote plástico de 400 ml), para cada tratamento. Cada gaiola foi fechada na extremidade superior com tecido do tipo organza e na base foi colocada lateralmente um tubo de ensaio contendo água destilada, fechados com chumaços de algodão. Os adultos foram mantidos nas mesmas condições de fotoperíodo e umidade relativa descritos anteriormente. Todos os casais foram alimentados com dieta artificial à base de mel e levedura de cerveja (1:1).

Durante quatro semanas consecutivas foram realizadas coletas de 20 ovos por tratamento a fim de determinar o percentual de viabilidade desses ovos. Em seguida, os ovos foram individualizados em placas de teste ELISA, fechadas com PVC laminado e mantidos em sala climatizada (GODOY et al., 2004). Os seguintes parâmetros foram determinados para o predador: período embrionário, tempo de desenvolvimento de larvas e pupas, incidência de oviposição de adultos tratados, período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade de fêmeas, capacidade diária e total de oviposição por fêmea.

3.5.2 Determinação das classes toxicológicas

O efeito adverso total (E) de cada tratamento sobre ovos foi avaliado em termos de mortalidade e aspectos reprodutivos durante o desenvolvimento do predador, por meio do uso

da fórmula $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$, onde E = efeito total (%); M% = mortalidade no tratamento corrigido pela fórmula de Abbott (1925); onde R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada (VOGT, 1992). Os valores obtidos de E% foram utilizados para classificar cada produto alternativo em classes toxicológicas de 1-4 de acordo com a IOBC/WPRS: classe 1 = $E < 30\%$ (inócuo); classe 2 = $30\% < E < 79\%$ (levemente nocivo); classe 3 = $80\% < E < 99\%$ (moderadamente nocivo) e classe 4 = $E > 99\%$ (nocivo).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

No bioensaio de capacidade de predação foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos e dez repetições. A capacidade de predação de larvas de 1º instar de *C. externa* em relação a densidade de ninfas (5, 10, 20, 30, 40 e 50; n=10 por densidade) de 2º e 3º instares de *A. woglumi* foi determinada por meio de análise de regressão linear. Previamente, os dados foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade dos resíduos e pelo teste de Hurlley para testar a homogeneidade das variâncias (homocedasticidade). Entretanto, os dados não atenderam esses pressupostos sendo necessário transformá-los por meio da fórmula raiz de (x+1) no programa Statistica 7.0 (StatSoft Inc.1984-2004). Todas as regressões foram geradas pelo método dos mínimos quadrados ao nível de significância de 0,01 para testar a linearidade dos dados. O coeficiente de determinação (R^2) e a porcentagem de variância explicada foram testadas ao nível de significância de 1% pelo teste F, através do programa estatístico SigmaPlot 12.5 (Systat Software Inc).

No bioensaio de toxicidade foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (dosagens) e vinte repetições (folhas) para cada óleo vegetal avaliado. Todos os dados foram submetidos à análise de Probit para estimar as concentrações letais por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa SAS.

No experimento de seletividade foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e número variado de repetições: água destilada (n=38), óleo de algodão (n=33) e soja degomado (n=30). Houve a necessidade de transformar os dados em $\log(x+1)$ para atender os pressupostos das análises paramétricas. O período embrionário, tempo de desenvolvimento de larvas e pupas, incidência de oviposição de adultos tratados, período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade de

fêmeas, capacidade diária e total de oviposição por fêmea foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas dos parâmetros biológicos de *C. externa* foram realizadas no programa estatístico R (R 3.5.1, R Development Core Team 2018).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Potencial de predação de *C. externa* sobre *A. woglumi*

Larvas de *C. externa* apresentaram elevada atividade de predação sobre ninfas de 2º e 3º instares de *A. woglumi* (Figura 5). O consumo de ninfas de 2º ($F_{1,4}= 383,04$; $y=1,85+0,07x$; $R^2=0,99$; $P=0,0001$) e 3º ($F_{1,4}= 136,08$; $y=2,10+0,08x$; $R^2=0,96$; $P=0,0003$) instares da mosca-negra-dos-citros aumentou de forma linear e positiva até a densidade 50 para ambos os instares da presa (2º e 3º) (Figura 5). No entanto, o predador apresentou maior consumo médio de ninfas no 3º estágio de desenvolvimento em contraste ao 2º estágio ninfal da mosca-negra-dos-citros (Figura 5). De fato, a elevada capacidade de consumo de presas por estádios larvais de Chrysopidae é evidenciada em diversos estudos (BEZERRA et al., 2009; ALBUQUERQUE et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014). Dentre as espécies de crisopídeos Neotropicais, *C. externa* se destaca pela voracidade de suas larvas e elevada capacidade reprodutiva, com registros de ocorrência nos mais variados agroecossistemas de interesse econômico, tal como os citros (BONANI et al., 2009).

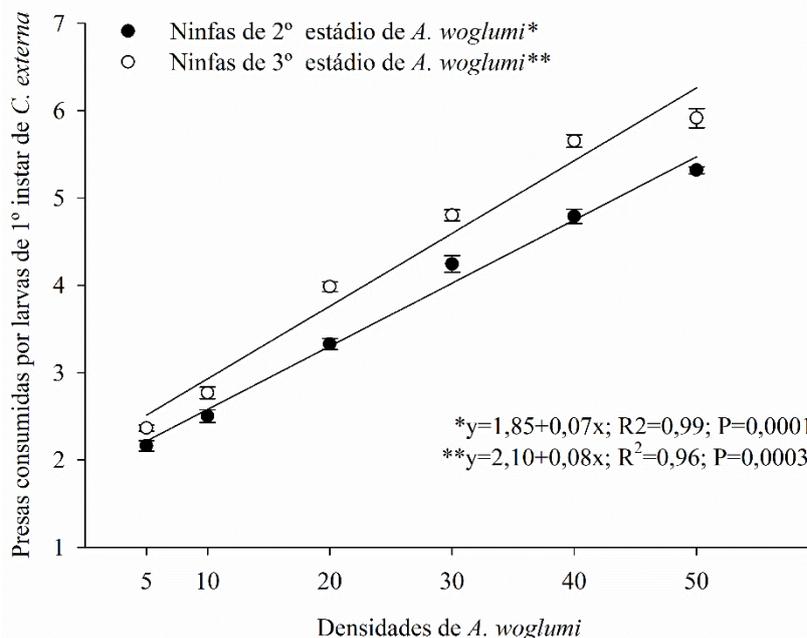


Figura 5 – Capacidade de predação de larvas de *C. externa* sobre ninfas de 2º e 3º instares de *A. woglumi*. Médias transformadas em $\log x+1$ são apresentadas.

O modelo estatístico não apontou um ponto de saturação no consumo de ninfas de 2º e 3º instares de *A. woglumi* nas maiores densidades (Figura 5), portanto a predação de larvas de 1º instar de *C. externa* pode ser mais expressiva em densidades superiores a 50 ninfas da praga-alvo. O comportamento de imobilidade das ninfas de 2º e 3º instares de *A. woglumi* no substrato foliar, somados ao baixo nível de esclerotização da cutícula desses estádios, em comparação ao 4º instar, podem explicar o consumo de presas por *C. externa*. O consumo de presas pelo crisopídeo depende da capacidade de busca e facilidade de manuseio da presa, pois as preferidas são àquelas com o corpo mole (OLIVEIRA et al., 2009). De fato, diversos grupos de insetos, como hemípteros das subordens Sternorrhyncha e Euchenorrhyncha são presas comuns de crisopídeos (ALBUQUERQUE et al., 2012). No presente estudo, é demonstrada pela primeira vez a associação de populações de *C. externa* predando estádios ninfais de *A. woglumi* em laboratório. Informações sobre a ecologia alimentar de insetos predadores são importantes para o estabelecimento de futuros programas de manejo da mosca-negra-dos-citros.

5.2 Toxicidade de óleos vegetais sobre ninfas de 3º instar da mosca-negra-dos-citros

Os óleos vegetais avaliados foram tóxicos à mosca-negra-dos-citros, especialmente o óleo de algodão que apresentou a menor concentração capaz de matar 50 e 90% da população dessa praga (CL_{50} : 8,72 $\mu\text{L}/\text{mL}$; 0,44 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$; CL_{90} : 28,13 $\mu\text{L}/\text{mL}$; 1,43 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (Tabela 1). O elevado nível de toxicidade do óleo de algodão pode estar relacionado com o ácido linoleico, componente majoritário desse óleo vegetal (TEODORO et al., 2017). Contudo, não se deve excluir a importância de outros compostos orgânicos minoritários presentes nas frações do óleo de algodão ou até mesmo o efeito sinérgico entre diferentes compostos.

A concentração letal do óleo de soja degomado utilizada para matar 90% da população da praga-alvo (CL_{90} : 60,73 $\mu\text{L}/\text{mL}$; 3,09 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (Tabela 1) foi 2,16 vezes maior que a CL_{90} do óleo de algodão (CL_{90} : 28,13 $\mu\text{L}/\text{mL}$; 1,43 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$). Entretanto, os valores da CL_{90} do óleo de soja degomado ainda são considerados baixos para uso em condições naturais. Ademais, o óleo de soja tem apresentado alta eficiência no controle de artrópodes fitófagos (SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017).

Os óleos vegetais de algodão e soja degomado apresentam grande potencial para serem utilizados em programas de manejo integrado da mosca-negra-dos-citros. No entanto, estudos aplicados em campo são necessários para avaliar esses resultados em pomares citrícolas do Maranhão.

Tabela 1. Concentrações letais (CLs) em $\mu\text{L}/\text{mL}$ e $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ dos óleos vegetais de algodão e soja degomado sobre ninfas de 3º instar da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi*, estimadas com base na análise de Probit.

| Óleos vegetais | CL _n | $\mu\text{L}/\text{mL}$ (IC - 95%) ¹ | $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (IC - 95%) |
|---|------------------|---|--------------------------------------|
| Algodão ($\chi^2 = 5,69$; n = 100; gl = 3; P = 0,12) | CL ₁₀ | 2,70 (2,40-2,99) | 0,14 (0,12-0,15) |
| | CL ₂₅ | 4,71 (4,37-5,04) | 0,24 (0,22-0,26) |
| | CL ₅₀ | 8,72 (8,22-9,28) | 0,44 (0,42-0,47) |
| | CL ₈₀ | 18,82 (17,04-21,13) | 0,96 (0,87-1,08) |
| | CL ₉₀ | 28,13 (24,73-32,78) | 1,43 (1,26-1,67) |
| Soja degomado ($\chi^2 = 6,47$; n = 100; gl = 3; P = 0,09) | CL ₁₀ | 2,02 (1,24-2,77) | 0,10 (0,06-0,14) |
| | CL ₂₅ | 4,52 (3,44-5,57) | 0,23 (0,18-0,28) |
| | CL ₅₀ | 11,08 (9,02-14,40) | 0,56 (0,46-0,73) |
| | CL ₈₀ | 33,86 (23,67-59,76) | 1,72 (1,21-3,04) |
| | CL ₉₀ | 60,73 (38,20-129,04) | 3,09 (1,95-6,57) |

¹IC: Interval de Confiança a 95% de probabilidade.

5.3 Seletividade de óleos vegetais sobre ovos de *Chrysoperla externa*

Período embrionário – A duração do período embrionário observado para ovos pulverizados com o óleo de algodão ($4,79 \pm 0,14$ dias) foi menor do que o observado para ovos pulverizados com o óleo de soja degomado ($5,67 \pm 0,09$ dias) e água destilada ($5,58 \pm 0,11$ dias) (Tabela 2). Portanto, apenas ovos pulverizados com o óleo de algodão diferiram estatisticamente dos demais tratamentos avaliados ($F_{2,98} = 17,08$, $P < 0,0001$). No entanto, a viabilidade dos ovos foi de 100% em todos os tratamentos.

Período pós-embrionário – O tempo de desenvolvimento de larvas de 1º instar de *C. externa* foi afetado pelos óleos vegetais ($F_{2,98} = 53,204$, $P < 0,0001$), com destaque para o óleo de soja degomado que apresentou redução ($2,50 \pm 0,10$ dias) no desenvolvimento desse instar

larval em comparação à testemunha ($4,26 \pm 0,13$ dias) e ao óleo de algodão ($3,76 \pm 0,13$ dias) (Tabela 2). Em contraste, o tempo de desenvolvimento do 2º instar larval de *C. externa* foi mais afetado pelo óleo de algodão ($3,15 \pm 0,11$ dias) em comparação à testemunha ($3,82 \pm 0,15$ dias) ($F_{2,98} = 6,268$, $P < 0,0001$) (Tabela 2), enquanto para a larva de 3º instar foi observado redução no desenvolvimento ($3,13 \pm 0,14$ dias) de *C. externa* no tratamento com óleo de soja degomado quando confrontado com a testemunha ($F_{2,98} = 19,29$, $P < 0,0001$) (Tabela 2).

Durante os períodos de pré-pupa e pupa foram observados efeitos contrastantes entre os tratamentos (Tabela 2). Pré-pupas oriundas de ovos tratados com o óleo de algodão apresentaram menor duração ($3,61 \pm 0,20$ dias) no tempo médio de desenvolvimento quando comparados aos demais tratamentos ($F_{2,98} = 12,06$, $P < 0,0001$) (Tabela 2). Já para pupas houve maior duração desse estágio de desenvolvimento nos tratamentos com óleo de soja degomado ($7,27 \pm 0,17$ dias) em comparação aos tratamentos controle e algodão ($F_{2,98} = 9,86$, $P < 0,0001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da pulverização dos óleos vegetais de algodão e soja degomado, em suas concentrações letais 50% (CL_{50}), sobre parâmetros biológicos de *C. externa*.

| Estágio | Tempo de desenvolvimento (média \pm erro-padrão, dias) ¹ | | |
|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| | Controle (n) | Soja degomado (n) | Algodão (n) |
| Ovo | $5,58 \pm 0,11$ (38) a * | $5,67 \pm 0,09$ (30) a | $4,79 \pm 0,14$ (33) b |
| 1º instar | $4,26 \pm 0,13$ (38) a | $2,50 \pm 0,10$ (30) c | $3,76 \pm 0,13$ (33) b |
| 2º instar | $3,82 \pm 0,15$ (38) a | $3,53 \pm 0,14$ (30) ab | $3,15 \pm 0,11$ (33) b |
| 3º instar | $4,13 \pm 0,13$ (38) a | $3,13 \pm 0,14$ (30) b | $3,91 \pm 0,08$ (33) a |
| Pré-pupa | $4,16 \pm 0,12$ (38) a | $4,60 \pm 0,16$ (30) a | $3,61 \pm 0,20$ (33) b |
| Pupa | $6,42 \pm 0,15$ (38) a | $7,27 \pm 0,17$ (30) b | $6,27 \pm 0,16$ (33) a |
| Desenvolvimento total | $28,37 \pm 0,26$ (38) a | $27,03 \pm 0,29$ (30) b | $25,48 \pm 0,09$ (33) c |
| Sobrevivência (%) | 100 | 100 | 100 |
| Razão sexual | 0,53 | 0,60 | 0,55 |

¹Todos os dados foram transformados usando $\log x+1$ para atender os pressupostos da análise paramétrica. Dados originais (média \pm erro-padrão) são apresentados na tabela;

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$);

²Valores entre parênteses = número de observações.

Houve significativa redução no desenvolvimento total dos estágios imaturos de *C. externa*, oriundos de ovos tratados, com os óleos vegetais de soja degomado e algodão quando comparados à testemunha ($F_{2,98} = 43,30$, $P < 0,0001$) (Tabela 2). Apesar dos efeitos

diferenciados dos tratamentos na biologia de imaturos de *C. externa* foi observado, contudo, uma taxa de sobrevivência de 100% (Tabela 2). Adicionalmente, não houve alteração da razão sexual esperada de 1:1 para crisopídeos (Controle: $\chi^2=0,11$, g.l=1, P=0,75; Soja degomado: $\chi^2=1,2$, g.l=1, P=0,27; Algodão: $\chi^2=0,27$, g.l=1, P=0,60; (Tabela 2).

Parâmetros reprodutivos e longevidade de adultos de C. externa – Estabelecidos os casais, foram observados 100% de incidência de oviposição em cada tratamento (Tabela 3). Em relação aos períodos de pré-oviposição ($F_{2,27}=10,28$, $P<0.001$), oviposição ($F_{2,27}=46,8$, $P<0.0001$), pós-oviposição ($F_{2,27}=72,1$, $P<0.0001$), taxa de oviposição ($F_{2,27}=44,7$, $P<0.0001$), número total de ovos por fêmea ($F_{2,27}=170,00$, $P<0.0001$) e longevidade de fêmeas ($F_{2,27}=89,00$, $P<0.0001$), foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabelas 3 e 4). O período de pré-oviposição de casais oriundos de ovos pulverizados com os óleos de algodão e soja degomado não diferiram entre si, porém diferiram da testemunha que apresentou menor duração em dias para esse parâmetro (Tabela 3). Em contraste, a duração dos períodos de oviposição, pós-oviposição, taxa de oviposição, número total de ovos por fêmea e longevidade de fêmeas foi menor nos casais advindos de ovos tratados com os óleos vegetais em comparação a testemunha (Tabelas 3 e 4). Os valores obtidos do efeito adverso total (E%) permitiram classificar os óleos vegetais de algodão e soja degomado na classe toxicológica de número 1, ou seja, ambos os óleos foram inócuos ao predador (Tabelas 4).

Os óleos vegetais de algodão e soja degomado, pulverizados em suas CL_{50} sobre ovos, foram seletivos a *C. externa* haja vista que a sobrevivência dos estádios imaturos e de indivíduos adultos não foi afetada por esses inseticidas botânicos. Os óleos vegetais de algodão e soja degomado apresentaram perfis químicos variados em sua constituição, ou seja, a composição de ácidos graxos mostra a presença de compostos saturados e insaturados com atividade inseticida e acaricida (SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2017; TEODORO et al., 2017). Embora houve a constatação de alterações no tempo de desenvolvimento de imaturos, nos aspectos reprodutivos e na longevidade de adultos (fêmeas) nos tratamentos avaliados, todos os crisopídeos conseguiram completar seu ciclo de vida e produzirem descendentes viáveis. Dessa forma, como a mortalidade direta pode ser apenas uma medida parcial dos efeitos deletérios de pesticidas sintéticos e/ou óleos vegetais, faz-se necessário considerar os efeitos subletais para uma completa avaliação de seus impactos sobre populações de artrópodes.

Tabela 3. Efeito da pulverização dos óleos vegetais de algodão e soja degomado, em suas concentrações letais 50% (CL₅₀), sobre a reprodução de adultos de *C. externa*.

| Tratamentos | Incidência de oviposição (%) (n ¹) | Período de pré-oviposição, média ± EP, dias (n ¹) | Período de oviposição, média ± EP, dias (n ¹) | Período de pós-oviposição, média ± EP, dias (n ¹) |
|---|--|---|---|---|
| Controle (água destilada) | 100 (10) | 4,60±0,16* (10) b | 45,80±0,51 (10) a | 37,9±0,46 (10) a |
| Óleo de soja degomado (CL ₅₀) | 100 (10) | 5,40±0,15 (10) a | 41,20±0,25 (10) b | 34,00±0,43 (10) b |
| Óleo de algodão (CL ₅₀) | 100 (10) | 5,80±0,25 (10) a | 40,70±0,42 (10) b | 30,00±0,47 (10) c |
| C.V (%) | | 14,90 | 6,22 | 10,50 |

Todos os dados foram transformados usando log x+1 para atender os pressupostos da análise paramétrica. Dados originais (média ± erro-padrão) são apresentados na tabela;

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05);

¹Número de fêmeas testadas;

Tabela 4. Efeito da pulverização dos óleos vegetais de algodão e soja degomado, em suas concentrações letais 50% (CL₅₀), sobre a fecundidade, fertilidade, longevidade e efeito adverso total sobre *C. externa*.

| Tratamentos | Taxa de oviposição (média ± EP), (n ¹) | Total de ovos por fêmea (média ± EP), (n ¹) | Longevidade das fêmeas (média ± EP), dias (n ¹) | Viabilidade de ovos (%) | E (%) ² | Classe |
|---|--|---|---|-------------------------|--------------------|----------|
| Controle (água destilada) | 21,00±0,14* (10) a | 961,60±11,51 (10) a | 88,30±0,67 (10) a | 100,00 | | |
| Óleo de soja degomado (CL ₅₀) | 18,95±0,12 (10) b | 780,50±5,64 (10) b | 80,60±0,56 (10) b | 95,00 | 14,50 | 1 |
| Óleo de algodão (CL ₅₀) | 19,00±0,22 (10) b | 772,50±6,51 (10) b | 76,50±0,65 (10) c | 92,50 | 16,75 | 1 |
| C.V (%) | 5,61 | 11,02 | 6,52 | | | |

Todos os dados foram transformados usando log x+1 para atender os pressupostos da análise paramétrica. Dados originais (média ± erro-padrão) são apresentados na tabela;

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05); ¹Número de fêmeas testadas; ²Efeito adverso total.

6. CONCLUSÃO

- ✓ Larvas de 1º instar de *C. externa* apresentam alta taxa de predação sobre densidades crescentes de estádios ninfais (2º e 3º) da mosca-negra-dos-citros.
- ✓ Os óleos vegetais de algodão e soja degomado são tóxicos a ninfas de 3º instar da mosca-negra-dos-citros.
- ✓ Os óleos vegetais de algodão e soja degomado são seletivos ao crisopídeo *C. externa*.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

AKHTAR, Y., YU, Y., ISMAN, M.B., PLETTNER, E. Dialkoxybenzene and dialkoxyallylbenzene feeding and oviposition deterrents against the cabbage looper, *Trichoplusia ni*: potential insect behavior control agents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4983-4991, 2010.

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

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Predatory Lifestyle. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds), **Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management**. Boca Raton: CRC Press, 2012, p. 594-631.

ALVIM, R. G.; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; LIMA, A. F. de. Dissemination of *Aleurocanthus woglumi* in citrus plants, its natural enemies and new host plants in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 11, p. 1891-1897, 2016.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils-a review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p.446-75, 2008.

BEZERRA, C. E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; SOMBRA, K. D.; DEMARTELAERE, A. C. F.; ARAUJO, E. L. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 1-5, 2009.

BONANI, J. P.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CORREA, L. R. B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e agrotecnologia**, v.33, p.31-38, 2009.

BRAGARD, C.; DEHNEN-SCHMUTZ, K.; DI SERIO, F.; GONTHIER, P.; JACQUES, M-A.; JAQUES MIRET, J. A.; JUSTESEN, A.F.; MAGNUSSON, C.S.; MILONAS, P.; NAVAS-CORTES, J.A.; PARNELL, S.; POTTING, R.; REIGNAULT, P. L.; THULKE, H-H.; VAN DER WERF, W.; VICENT CIVERA, A.; YUEN, J.; ZAPPAL, A. L.; NAVARRO, M. N.; KERTESZ, V.; CZWIENCZEK, E.; MACLEOD, A. Pest categorisation of *Aleurocanthus* spp. **European Food Safety Authority (EFSA) Journal**, v.16, p.5436, 2018. Doi: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5436>

CARVALHO, J. D.; NEVES, F. L.; SILVA, C. D.; BETTENCOURTE, M. A. Biological aspects and insecticide action of plant species on eggs and nymphs of citrus black fly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby-Aleyrodidae) at laboratory level. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, 2017.

CORREIA, R. G.; LIMA, A. C. S.; FARIAS, P. R. S.; MACIEL, F. C. S.; SILVA, M. W.; SILVA, A. G. Primeiro registro da ocorrência de mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em Roraima. **Revista Agroambiente Online**, v. 5, p. 245-248, 2011.

COSTA, SIMONE SILVA DA. Desempenho de *Leucochrysa* sp (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas e sua seletividade a produtos fitossanitários. Alagoas: UFAL, 2016. 96 p.

CRUZ, I. Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 192 p.

DEBACH, F. Biological control by natural enemies. Cambridge: University Press, 1974. 323 p.

DIETZ, H. F.; ZETEK, J. The blackfly of citrus and other subtropical plants. **USDA Bulletin**, v. 885, p. 1-55, 1920.

DUSO, C.; MALAGNINI, V.; POZZEBON, A.; CASTAGNOLI, M.; LIGUORI, M.; SIMONI, S. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk inseticides to mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). **BioControl**, v. 47, p. 16-21, 2008.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas, In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, 2002, p. 209–224.

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

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

GEIGER, F.; BENGTSSON, J.; BERENDSE, F.; WEISSER, W.W.; EMMERSON, M.; MORALES, M. B.; CERYNGIER, P.; LIIRA, J.; TSCHARNTKE, T.; WINQVIST, C.; EGGERS, S.; BOMMARCO, R.; PAERT, T.; BRETAGNOLLE, V.; PLANTEGENEST, M.; CLEMENT, L. W.; DENNIS, C.; PALMER, C.; OÑATE, J. J.; GUERRERO, I.; HAWRO, V.; AAVIK, T.; THIES, C.; FLOHRE, A.; HAENKE, S.; FISCHER, C.; GOEDHART, P. W.; INCHAUSTI, P. W. Persistent negativa effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, p. 97-105, 2011.

GIULIETTI, A.M. et al. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.52-61, 2015.

GODOY, M. S.; CARVALHO, G. A.; MORAES, J. C.; JÚNIOR, M. G.; MORAIS, A. A.; COSME, L. V. Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas

de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 639-646, 2004.

GOMES, A. M. S. V.; REIS, F. O.; LEMOS, R. N. S.; MONDEGO, J. M.; BRAUN, H.; ARAUJO, J. R. G. Physiological characteristics of citrus plants infested with citrus blackfly. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, p. 119-123, 2019.

GONÇALVES, M.; OLIVEIRA, J.; BARROS, R.; LIMA, M. Extratos aquosos de plantas e o comportamento do ácaro-verde da mandioca. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 475-479, 2001a.

GONÇALVES, M. E. C.; BARROS, R. O.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 305-309, 2001b.

HOMMA, A.K.O. O timbó: expansão, declínio e novas possibilidades para agricultura orgânica. **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, UEL, Londrina/PR. 2007. 46p.

ISMAN, M. B.; GRIENEISEN, M. L. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in Plant Science**, v. 19, p. 140-145, 2014.

ISMAN, M. B. Pesticides Based on Plant Essential Oils: Phytochemical and Practical Considerations. In: *Medicinal and Aromatic Crops: Production, Phytochemistry, and Utilization*, 13–26, 2016. DOI: 10.1021/bk-2016-1218.ch002

JORDÃO, A. L.; SILVA, R. A. **Guia de Pragas Agrícolas para o Manejo Integrado no Estado do Amapá**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2006, 182p.

LEMOS, R. N. S.; SILVA, G. S.; ARAÚJO, J. R. G.; CHAGAS EF, MOREIRA, A. A.; SOARES, A. T. M. Ocorrência de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 558-559, 2006.

LEMOS, F.; SARMENTO, R. A.; TEODORO, A. V.; SANTOS, G. R.; NASCIMENTO, I. R. Agroecological strategies for arthropod pest management in Brazil. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 3, p. 142-154, 2011.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 622-627, 2013.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; BATISTA, J. L.; SILVA, A. B. Ocorrência da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) na Paraíba. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4, p. 19-22, 2010.

LOPES, G. S.; LEMOS, R. N. S.; ARAUJO, J. R. G.; MARQUES, L. J. P.; VIEIRA, D. L. Preferência para oviposição e ciclo de vida de mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 738-745, 2013.

MCEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. **Lacewings in the Crop Environment**. London: Cambridge University Press, 2001, 546p.

MEDEIROS, F. R. **Dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus* spp. no município de São Luís – MA.** Dissertação de Mestrado, UEMA, 2007, 41p.

MEDEIROS, F. R. et al. **Occurrence of *Purpureocillium lilacinum* in citrus black fly nymphs.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 2, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018237>

MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, D. M.; SANTOS, T. S.; SILVA, L. M. S.; TEODORO, A. V. **Manejo Fitossanitário da Mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* em Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico, 157, 2015. 8p.

MOLINA, R. U.; NUNES, W. M. C.; GIL, L. G.; RINALDI, D. A. M. F.; FILHO, J. C.; CARVALHO, R. C. Z. First report of citrus *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) in the state of Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 57, p. 472-475, 2014.

MONTEIRO, B. S.; RODRIGUES, K. C. V.; SILVA, A. G.; BARROS, R. Ocorrência da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) (Hemiptera: Aleyrodidae) em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 25, p. 173-176, 2012.

MORATO, J. B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; SOUZA, L. S. P.; FIGUEIREDO, R. J. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa dislepis* (Freitas & Penny) (Neuroptera:Chrysopidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia, 2012.

MOTA, M. S. C. S.; SILVA, R. S.; SILVA, G. A.; PICANCO, M. C.; MESQUITA, A. L. M.; PEREIRA, R. C. A. Potential of allelochemicals from basil (*Ocimum micranthum* Willd) to control whitefly *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) in cashew nut crop (*Anacardium occidentale* L.). **Allelopathy Journal**, v. 40, n. 2, p. 197-210, 2017.

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

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA, C. C. A.; NÁVIA, D. **Mosca negra dos citros *Aleurocanthus woglumi*: Alerta quarentenário.** Brasília: Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2001.

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**, v. 27, p. 177–182, 2014.

OLIVEIRA, N. N. F. C.; GALVÃO, A. S.; AMARAL, E. A.; SANTOS, A. W. O.; SENA-FILHO, J. G.; OLIVEIRA, E. E.; TEODORO, A. V. Toxicity of vegetable oils to the coconut mite *Aceria guerreronis* and selectivity against the predator *Neoseiulus baraki*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 72, p. 23-34, 2017.

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

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.

PENA, M. R.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, N. M.; YAMAMOTO, P. T.; GONÇALVES, M. S. Ocorrência da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, v. 83, p. 61-65, 2008.

PENA, M. R.; SILVA, N. M.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; HADDAD, M. L. Biologia da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), em três plantas hospedeiras. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 254-261, 2009.

PINHEIRO, P. V.; QUINTELA, E. D.; OLIVEIRA, J. P. D.; SERAPHIN, J. C. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. **Pesquisa Agropécuaria Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 354-360, 2009.

POTTER, C. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray films. **Annals of Applied Biology**, v.39, p. 1-29, 1952.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2018) R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. <http://www.R-project.org>. Vienna, Austria.

RAGA, A.; IMPERATO, R.; MELO, W. J.; MAIA, S. Mosca negra dos citros. **Citrus Research and Technology**, v. 34, p. 57-63, 2013.

RONCHI-TELES, B.; PENNA, M. R.; SILVA, N. M. Observações sobre a ocorrência de mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) no Estado do Amazonas. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 241-244, 2009.

SAS INSTITUTE (2001) *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

SENIOR, L. J.; MCEWEN, P. K. The use of lacewings in biological control. In: MCEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (eds) *Lacewings in the crop environment*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, p. 296-302.

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

SILVA, A. G.; FARIAS, P. R. S.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S. Mosca-negrados-citros: características gerais, bioecologia e métodos de controle dessa importante praga quarentenária da citricultura brasileira. **EntomoBrasilis**, v. 4, p. 85-91, 2011.

SILVA, J. G.; BATISTA, J. L.; SILVA, J. G.; BRITO, C. H. Use of vegetable oils in the control of the citrus black fly, *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 38, p. 182-186, 2012.

SILVA, J. D. C.; BESERRA-JUNIOR, J. E. A.; GIRÃO-FILHO, J. E.; SILVA, R. B. Q.; MEDEIROS, W. R.; CARVALHO, D. S.; SILVA, P. R. R. (2015) First report of citrus blackfly (Hemiptera: Aleyrodidae) in the state of Piauí, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 499-500, 2015.

SOUZA, G. M. M.; VIEIRA, D. L.; OLIVEIRA, R.; SANTOS SOUZA, M.; da SILVA, J. G.; LUNA BATISTA, J. INFESTATION OF CITRUS BLACK FLY, *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, 1915 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN AN AGROECOLOGICAL ORCHARD IN PARAÍBA STATE. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 20, p. 19-24, 2017.

STARK, J. D.; RANGUS, T. M. Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, margosan-o, on the pea aphid. **Pesticide Science**, v. 41, p. 155-160, 1994.

STARK, J. D.; BANKS, J. E.; Developing demographic toxicity data: optimizing effort for predicting population outcomes. **PeerJ**, v.1, p. 2–9, 2006.

TEODORO, A. V.; MENDONÇA, M. C.; NASCIMENTO, A. S.; SILVA, L. M. S.; FARIAS, A. P. Características e medidas de controle das principais pragas dos citros, nos estados da Bahia e Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico, 142, 2014, 8p.

TEODORO, A.V.; SILVA, M.J.S.; FILHO, J.G.S.; OLIVEIRA, E.E.; GALVÃO, A.S.; SILVA, S.S. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseiidae). **Systematic & Applied Acarology**, v. 22, p.1037–1047, 2017.

TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P. R. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 1, n. 5, p. 052-063, 2009.

TRIVELLATO, G. F. Aspectos biológicos e suas implicações na qualidade da produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). 2010. 68p. (Dissertação – Mestrado). Piracicaba: ESALQ/USP, 2010.

UPADHYAY, R.K. Botanicals; its safe use in pest control and environmental management. **International Journal of Zoological Investigations**, v.2, p.58-102, 2016.

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

VIGLIANCO, A. I.; NOVO, R., J.; CRAGNOLINI, C. I.; NASSETTA, M.; CAVALLO, A. Antifeedant and repellent effects of extracts of three plants from Córdoba (Argentina) Against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **BioAssay**, v.3, p.4, 2008.

VITERI JUMBO, L. O.; FARONI, L. R. A.; OLIVEIRA, E. E.; PIMENTEL, M. A.; SILVA, G. N. Potential use of clove and cinnamon essential oils to control the beanweevil, *Acanthoscelides obtectus* Say, in small storage units. **Industrial Crops and Products**, v.56, p.27–34, 2014.

YAMAMOTO, P. T.; LOPES, S.; BASSANEZI, R. B.; BELASQUE, J. R. J.; SPOSITO, M. B. Citros: estrago à vista. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 8, p. 22-24, 2008.